# Quaderni di informatica 5

Rassegna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici - Anno III - Numero 1 - 1976

ARCHIVIO STORICO
ASSOCIAZIONE POZZO DI MIELE
FPDM-32
RQDI-103

Honeywell
Honeywell Information Systems Italia

Per continuare a ricevere gratuitamente QUADERNI DI INFORMATICA,
si prega di compilare e spedire il presente modulo.

Cognome Nome

Ente (azienda, istituto univers., ecc.)

Posizione aziendale o professione

Via N.

C.A.P. Città

FPDM-32

# Quaderni di informatica

Rassegna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici
Anno III - Numero 1 - 1976

## Sommario

Le strutture informative concrete

*In un precedente articolo è stata presentata una rassegna delle principali « strutture informative astratte». Questo articolo è invece dedicato al problema della rappresentazione delle stesse strutture informative nella memoria del calcolatore, cioè ad un esame delle cosiddette « strutture informative concrete ».*

M. ITALIANI

Sistemi di stampa da elaboratore

*I risultati delle elaborazioni vengono usualmente resi disponibili mediante stampa. Si distinguono, in proposito, due tecniche fondamentali: ad impatto ed a non impatto. In questo articolo vengono presentati i principi e le prestazioni delle stampanti del primo tipo; l'altra classe di dispositivi verrà esaminata in un numero successivo.*

G.C. GATTI

Riconoscimento ed elaborazione di forme

*Il riconoscimento automatico di immagini è un tema interessante sia per le possibili applicazioni pratiche che per gli aspetti concettuali e scientifici. In questo articolo vengono delineati i principi seguiti per risolvere il problema e viene fatto il punto sullo stato e sulle prospettive di sviluppo.*

S. LEVIALDI

Informatica e pianificazione regionale

*L'informatica ha certamente un ruolo importante nella realizzazione del compito principale della Regione, cioè l'attività pianificatoria. Però, affinché il suo impiego risultati efficace, occorre creare opportune premesse organizzative e culturali. Questa tematica molto attuale viene qui inquadrata nei suoi aspetti più salienti.*

S. BAIO

Il parco dei piccoli sistemi gestionali in Italia

*In questo articolo sono presentati i risultati più significativi di una ampia indagine condotta in ambito nazionale sui sistemi EDP di piccole dimensioni, che costituiscono una quota rilevante del parco complessivo.*

L.V. TAVA

Resoconti e recensioni

*Direttore Responsabile*
F. Filippazzi

*Comitato di Redazione*
P.L. Boschetti, A. Cicu, M. De Marco, S. Fabris, C. Falcetti, R. Levrero, P. Lupo, N. Minnaja, G. Occhini, G. Rapelli, F. Ricci, M. Rossi

*Redazione*
Honeywell Information Systems Italia
Centro di Ricerca e Progettazione
20010 Pregnana Milanese (Milano)

*Stampa*
grafiche Elli & Pagani

Autorizzazione del Tribunale di Milano
n. 93 del 20 Marzo 1974

« Quaderni di Informatica » ospita articoli e contributi di varia provenienza. La responsabilità delle opinioni espresse rimane agli Autori.

La riproduzione di articoli della rivista, o di parte di essi, è consentita solo citando la fonte e l'autore.

# Strutture informative concrete

MARIO ITALIANI
*Consiglio Nazionale delle Ricerche*
*Laboratorio di Analisi Numerica*
*Pavia*

## 1. Introduzione

In un articolo dal titolo « Strutture informative », comparso nel precedente numero di questa stessa rivista, è stata svolta una rassegna delle principali « strutture informative astratte ». L'articolo che segue è invece dedicato al problema della rappresentazione delle stesse strutture informative nella memoria di un calcolatore, cioè ad un esame delle cosiddette « strutture concrete di memoria » o « strutture informative concrete ».

Come è noto la memoria centrale di un calcolatore è costituita da un insieme ordinato di celle, in grado di contenere una « parola » di lunghezza determinata, a ciascuna delle quali è associato un indirizzo, cioè un numero intero, generalmente espresso in rappresentazione binaria.

L'organizzazione di una memoria è quindi piuttosto elementare e la registrazione in essa di strutture informative astratte di una certa complessità può essere laboriosa. Per facilitare tale operazione si sovrappongono pertanto alla organizzazione originale alcune organizzazioni più complesse, meglio adatte a contenere strutture informative astratte.

Queste strutturazioni della memoria, che generalmente vengono realizzate per mezzo di programmi, cioè in « software », interessano porzioni più o meno estese della memoria e sono chiamate « strutture concrete di memoria » o « strutture informative concrete ».

Nei paragrafi che seguono verranno passate in rassegna le strutture concrete più frequentemente utilizzate e cioè la « struttura sequenziale », la « struttura concatenata » e il « plesso », e si daranno alcuni cenni sui metodi seguiti per memorizzare una determinata struttura informativa astratta nella struttura concreta più conveniente.

Le considerazioni che saranno svolte sono estendibili con i necessari adattamenti alle memorie di massa ad accesso diretto, come i dischi magnetici, mentre l'estensione alle memorie di massa ad accesso sequenziale, come i nastri magnetici, è possibile solo molto parzialmente.

Anche per le strutture informative concrete è valida l'osservazione, già fatta parlando delle strutture informative astratte, sulla discordanza tra le nomenclature in uso. In alcuni casi pertanto si citeranno eventuali termini alternativi a quello adottato come termine di riferimento.

## 2. La struttura sequenziale

La struttura concreta più semplice e più intuitiva è la « struttura sequenziale », che da alcuni autori viene chiamato anche « vettore », costituita da un insieme di elementi, cioè porzioni di memoria comprendenti una o più celle, fisicamente adiacenti e susseguentisi nel senso degli indirizzi crescenti.

Gli elementi che costituiscono una struttura sequenziale sono in genere tutti della stessa lunghezza, cioè contengono lo stesso numero di celle. Tale numero viene fissato con riferimento al tipo e alle caratteristiche della struttura astratta che deve essere memorizzata e l'accesso ad un elemento qualsiasi della struttura può avvenire molto semplicemente sommando all'indirizzo del primo elemento il valore ottenuto moltiplicando il numero di elementi che precedono quello considerato per la loro lunghezza comune.

Nella figura 1 è illustrato schematicamente un esempio di struttura sequenziale realizzata su una porzione di memoria della lunghezza di 100 celle: la memoria è rappresentata da un reticolo con 16 colonne e la struttura sequenziale è costituita da 20 elementi, ciascuno della lunghezza di 5 celle, memorizzati a partire dalla cella di indirizzo 80 fino a quella di indirizzo 179.

È chiaro che una struttura sequenziale con elementi di lunghezza costante si adatta perfettamente alla memorizzazione di matrici, di tavole e anche di liste lineari, purché queste siano di lunghezza costante o

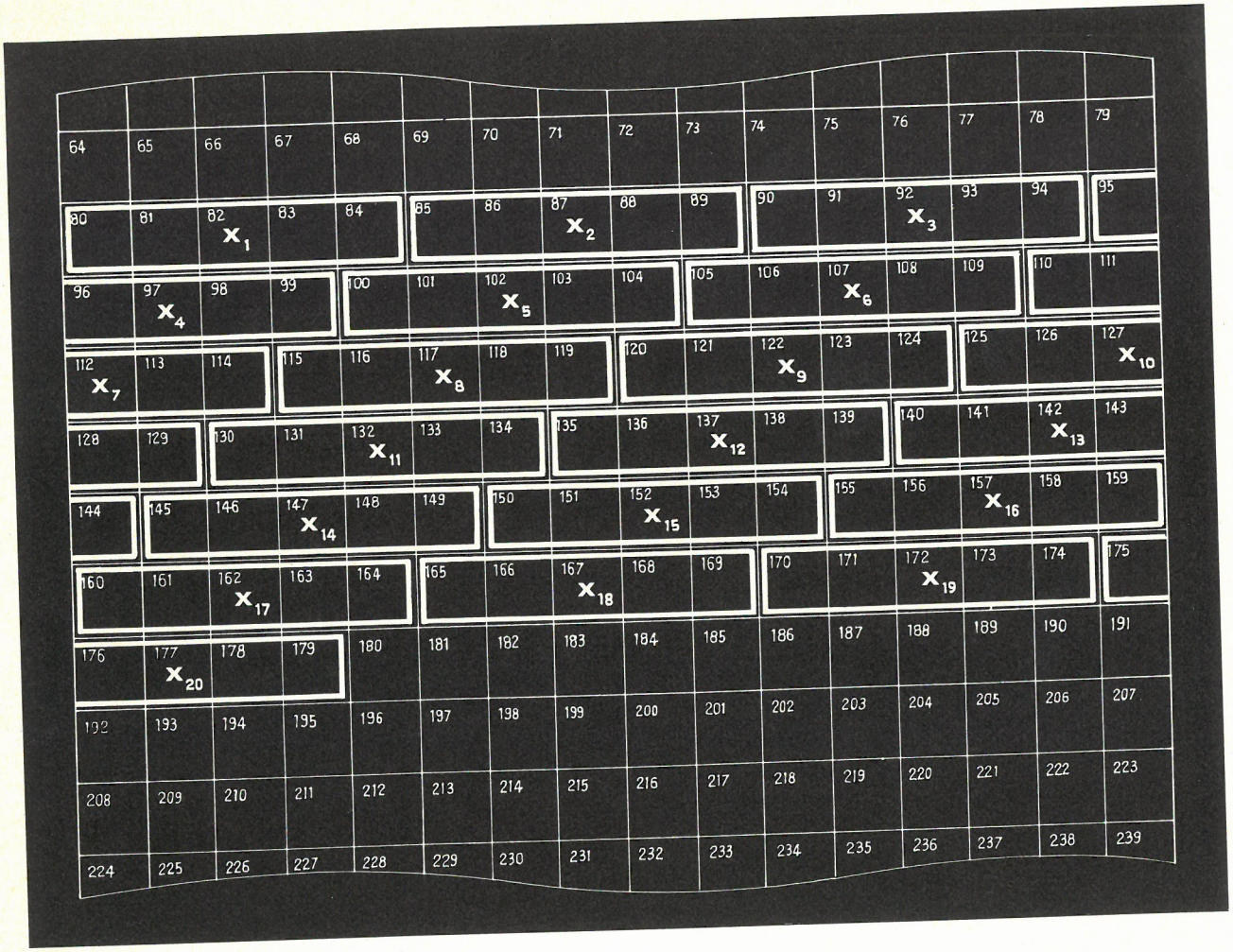



*Fig. 1 - Una struttura sequenziale*

almeno non sia prevista l'immissione di nuovi elementi tra elementi preesistenti, come d'altronde si vedrà più in dettaglio nel seguito.
Per la memorizzazione di liste con un numero di elementi variabile nel tempo e per le quali è previsto l'immissione di nuovi elementi tra elementi preesistenti, è necessario invece ricorrere ad altre strutture concrete.

## 3. La struttura concatenata

Una struttura di memoria dotata di maggiore flessibilità, adatta a contenere liste lineari di lunghezza variabile e quindi in grado di permettere un facile inserimento di nuovi elementi tra elementi preesistenti è la « struttura concatenata » o « catena ». La particolare adattabilità di una struttura concatenata alla memorizzazione di liste lineari, fa sì che spesso nella letteratura si usi il termine lista lineare anche per indicare la struttura concreta che la contiene.
Nella sua forma più semplice, che viene chiamata « unidirezionale » una catena è costituita da un insieme di elementi, che per semplicità si possono supporre tutti della stessa lunghezza, disposti in modo arbitrario nella memoria, purché non sovrapposti. Ogni elemento è formato da due parti, la prima delle quali è destinata a contenere il dato da memorizzare (elemento della struttura astratta), mentre la seconda contiene l'indirizzo dell'elemento successivo della catena o, come spesso si dice, un « puntatore » all'elemento successivo.
L'ultimo elemento della catena contiene, in luogo del puntatore all'elemento successivo, una indicazione che permette di riconoscere che la catena non ha ulteriori elementi, cioè un « puntatore nullo ».
Nella figura 2 è illustrato schematicamente un esempio di struttura concatenata realizzata su una porzione di memoria: la struttura è costituita da 10 elementi, ciascuno della lunghezza di 8 celle, il primo dei quali si trova all'indirizzo 80.
Le ultime 4 celle di ogni elemento contengono il puntatore all'elemento successivo, mentre il puntatore contenuto nell'ultimo elemento ha il valore zero ed è considerato segnale di fine catena.
Ovviamente l'arbitrarietà con la quale gli elementi di una catena possono essere disposti nella memoria va intesa con buon senso: di norma infatti gli elementi si susseguiranno nella memoria con passo costante (come nell'esempio della fig. 2) in modo che non rimangano « buchi » inutilizzabili. La mancanza di sequenzialità sarà quindi dovuta ad effettive esigenze e non a scelte casuali.
Si noti che l'accesso ad un elemento della catena

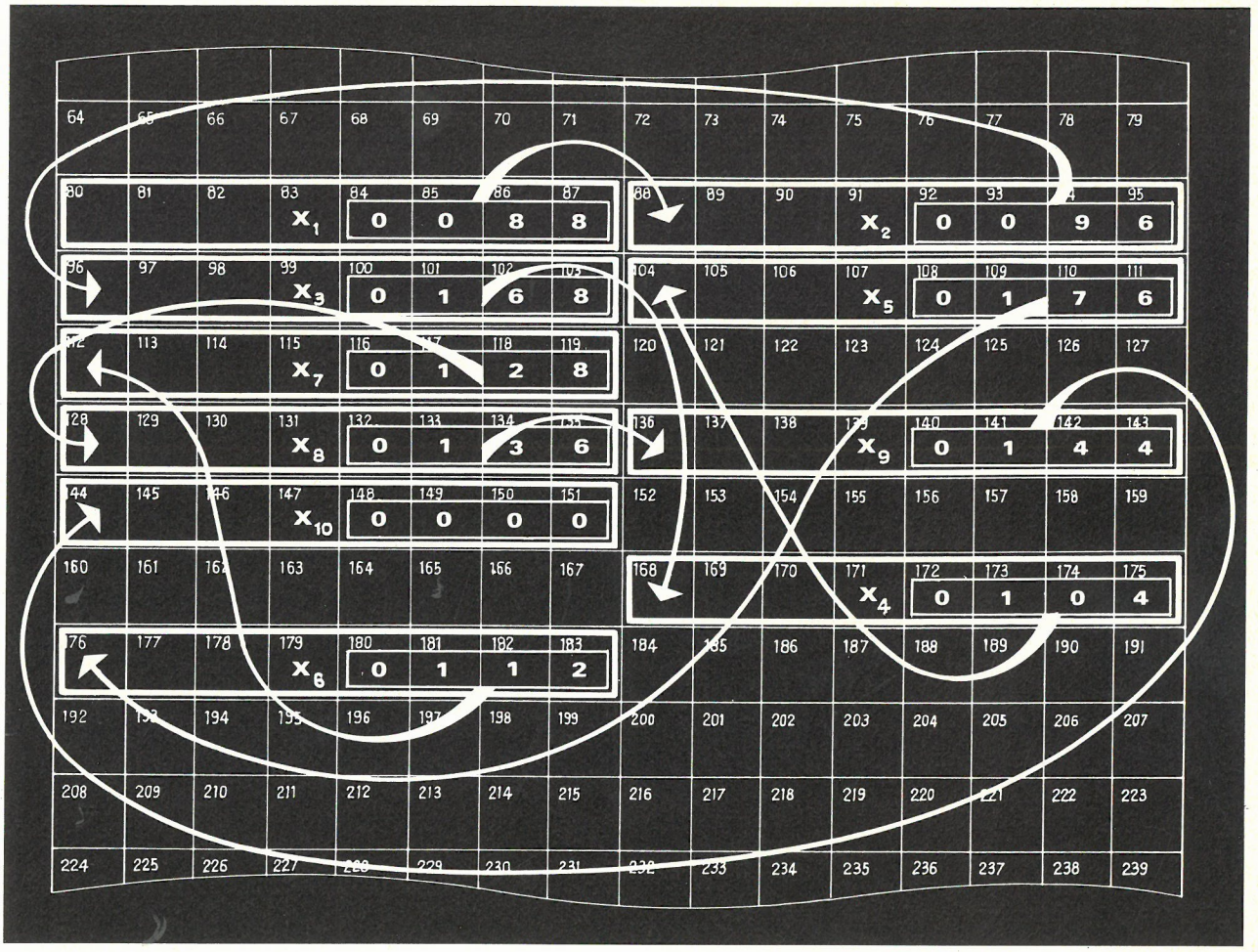



*Fig. 2 - Una struttura concatenata*

è possibile, noto ovviamente l'indirizzo del primo, soltanto percorrendo la catena nell'ordine determinato dai puntatori: ciò mette in evidenza la particolare attitudine della catena a contenere le liste lineari.

Se gli elementi di una catena, oltre a contenere il puntatore all'elemento successivo, contengono anche un puntatore all'elemento precedente, la catena prende il nome di catena bidirezionale e in tal caso anche il primo elemento contiene un puntatore nullo, come è illustrato nello schema di fig. 3.

Un particolare tipo di catena è poi la « catena circolare » in cui l'ultimo elemento contiene un puntatore al primo come è illustrato schematicamente nella fig. 4. Ovviamente possono esservi catene circolari unidirezionali e catene circolari bidirezionali.

Si è accennato in precedenza alle caratteristiche di flessibilità della struttura a catena che può essere utilizzata per contenere liste lineari, anche di lunghezza variabile. Per giustificare tale asserzione basterà verificare la possibilità sia dell'eliminazione di un elemento qualsiasi di una lista lineare, sia dell'inserimento di un nuovo elemento, in particolare tra elementi preesistenti.

Per il problema dell'eliminazione si consideri la catena (per semplicità unidirezionale) rappresentata schematicamente nella fig. 5.

Poiché l'appartenenza di un elemento alla catena dipende esclusivamente dal valore del puntatore dell'elemento precedente, l'eliminazione dell'elemento di posto i potrà essere ottenuta semplicemente modificando l'indirizzo contenuto nell'elemento di posto $i - 1$ in modo che punti direttamente all'elemento di posto $i+1$, come è indicato mediante la linea tratteggiata.

In modo analogo se nella catena rappresentata schematicamente nella fig. 6 si vuole inserire tra l'elemento di posto i e l'elemento di posto $i+1$ un nuovo elemento fisicamente collocato in una qualsiasi posizione di memoria, sarà sufficiente modificare l'indirizzo contenuto nell'elemento di posto i in modo che punti al nuovo elemento e inserire in quest'ultimo il puntatore all'elemento che aveva il posto $i+1$ come è indicato nella figura mediante le linee tratteggiate.

La struttura a catena presenta, insieme alle caratteristiche vantaggiose già accennate, anche alcuni aspetti meno positivi, il più evidente dei quali è la necessità di appesantire ogni elemento con la memorizzazione dell'indirizzo dell'elemento successivo.

Inoltre le operazioni di inserimento di nuovi elementi e di eliminazione possono provocare la creazione nella memoria di numerosi « buchi » che rischiano di rimanere inutilizzati, provocando così la

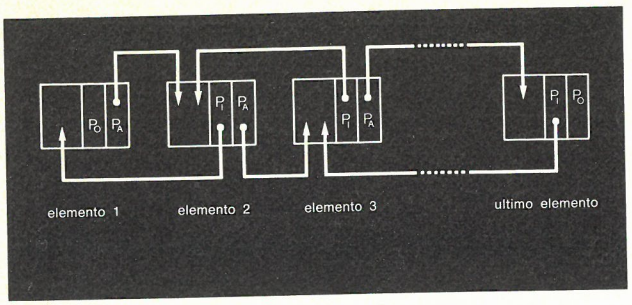



*Fig. 3 - Schema di catena bidirezione: $P_A$ = Puntatore avanti (all'elemento successivo), $P_I$ = Puntatore indietro (all'elemento precedente), $P_O$ = Puntatore nullo (fine catena).*

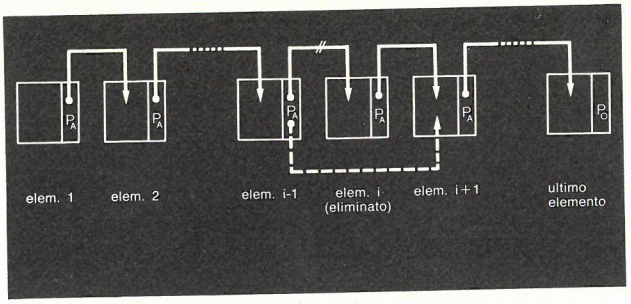



*Fig. 5 - Eliminazione di un elemento da una catena unidirezionale: $P_A$ = Puntatore avanti, $P_O$ = Puntatore nullo.*

perdita del controllo sullo stato di occupazione e di disponibilità della memoria.
A ciò si può rimediare eseguendo periodicamente una ristrutturazione della catena che renda fisicamente adiacenti elementi logicamente consecutivi, oppure collegando tutti gli elementi non utilizzati in una catena, che può essere detta « catena libera », dalla quale vengono prelevati gli elementi da inserire nella catena o nelle catene che ne hanno necessità e alla quale vengono concatenati gli elementi che vengono eliminati da catene effettive.
La nozione di catena può essere generalizzata in vari modi. Si può ad esempio supporre che la prima parte di ogni elemento contenga, anziché un dato, un puntatore ad un dato o più in generale ad una struttura sequenziale o ad una catena secondaria.
Si possono anche immaginare catene con connessioni ridondanti, in cui ogni elemento contiene non solo un puntatore all'elemento successivo, ma anche puntatori ad altri elementi della catena e infine si può pensare a famiglie doppie o multiple di catene, eventualmente circolari, nelle quali ogni elemento appartiene contemporaneamente a due o più catene.

## 4. La struttura a plesso

La memorizzazione di strutture astratte di una certa complessità, quali ad esempio grafi e alberi, può essere ottenuta con l'impiego delle strutture concrete già viste, ad esempio quelle a catena, tuttavia è più razionale ricorrere ad una struttura concreta più generale che prende il nome di « plesso ».
Questo è costituito da un insieme di elementi disposti nella memoria in modo arbitrario, purché non sovrapposti. Ogni elemento è formato da un numero variabile di parti, contenenti ordinatamente una descrizione del formato dell'elemento stesso, il dato da memorizzare (elemento della struttura astratta), e un certo numero di puntatori ad altrettanti elementi del plesso.
La parte di ciascun elemento che descrive il formato ha lo scopo di definire il numero di puntatori presenti e le lunghezze delle varie parti componenti, se queste non hanno una lunghezza costante.
Alcuni degli elementi possono essere privi di puntatori e vengono detti « elementi terminali ».
La figura 7 illustra uno schema di plesso costituito da 9 elementi che, come si può verificare facilmente, si presta molto bene alla memorizzazione del grafo orientato riportato nella figura 11 dell'articolo precedente (*).

(*) Quaderni di Informatica, n. 4, 1975, p. 7.

## 5. Memorizzazione di liste lineari, di matrici e di grafi

Come si è accennato in precedenza, le liste lineari possono essere memorizzate sia mediante strutture sequenziali, sia mediante strutture concatenate. La

*Fig. 4 Schema di catena circolare (unidirezionale): $P_A$ = Puntatore avanti.*

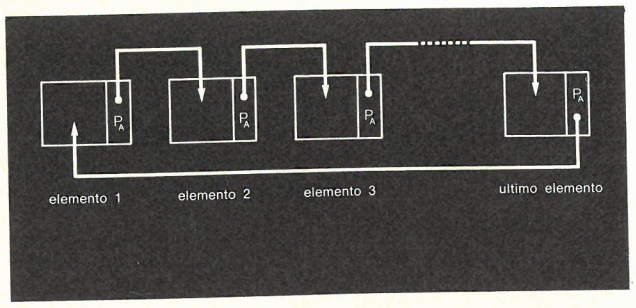
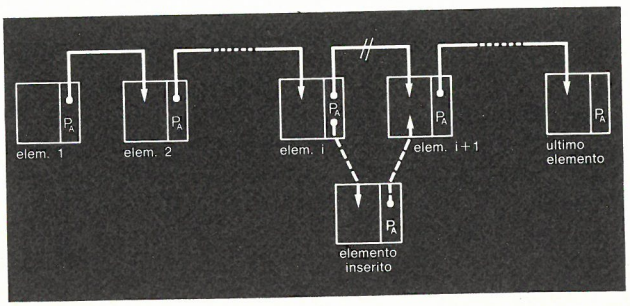



*Fig. 6 - Inserimento di un elemento in una catena (unidirezionale): $P_A$ = Puntatore avanti, $P_O$ = Puntatore nullo.*



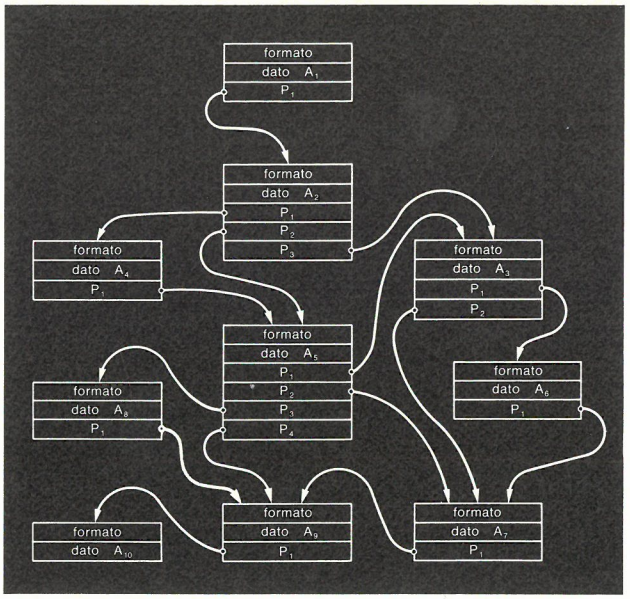



*Fig. 7 - Schema di plesso: $A_1$, $A_2$, . . . , $A_{10}$ = Dati associati ai nodi del grafo rappresentato; $P_1$, $P_2$, $P_3$, $P_4$ = Puntatori.*

scelta di uno o dell'altro tipo di strutture concrete dipende essenzialmente dalle operazioni che devono essere eseguite sulla lista e più in particolare dall'operazione di inserimento di nuovi elementi.
In linea di massima si può dire che liste di lunghezza costante possono essere soddisfacentemente memorizzate in strutture sequenziali, mentre per liste di lunghezza variabile è necessario ricorrere ad una struttura a catena.
Tuttavia per liste di lunghezza variabile in cui gli inserimenti avvengono soltanto ad un estremo, come la coda e la pila, si può ricorrere ad entrambi i tipi di struttura concreta, con preferenza per la struttura sequenziale nel caso della pila e per la struttura concatenata nel caso della coda.
In entrambi questi casi è poi necessario avere uno o due « puntatori », da aggiornare ad ogni inserimento o eliminazione, per individuare con immediatezza il primo o l'ultimo elemento (o entrambi) della struttura.
La memorizzazione delle matrici, viene generalmente fatta utilizzando strutture sequenziali. Ad esempio una matrice rettangolare con m righe ed n colonne può essere memorizzata in modo sequenziale come se si trattasse di una lista lineare di lunghezza costante nella quale gli elementi si susseguono riga dopo ripa o colonna dopo colonna.

L'indirizzo dell'elemento $A_{ij}$ è allora fornito dalla semplice espressione

$$\text{Ind}\,(A_{ij}) = \text{IND}\,(A_{11}) + (i-1)\,n.\,l + (j-1)\,l$$

se la matrice è memorizzata riga dopo riga o dalla espressione

$$\text{Ind}\,(A_{ij}) = \text{IND}\,(A_{11}) + (i-1)\,m.\,l + (j-1)\,l$$

se la matrice è memorizzata colonna dopo colonna ($l$ è la lunghezza comune degli elementi).

Ovviamente se la matrice ha un numero di dimensioni maggiore di 2 il metodo di memorizzazione è analogo e le formule sopra esposte sono sostituite da espressioni più generali.
Il metodo di memorizzazione ora indicato può risultare poco conveniente quando si tratta di matrici con caratteristiche particolari quali matrici « simmetriche » o « triangolari » o « a banda diagonale » o ancora matrici « sparse », cioè con molti elementi nulli.
In questi casi possono essere adottati metodi più specifici che tuttavia non si ritiene opportuno esaminare in questa sede.
Per quanto riguarda grafi e alberi si è già detto che essi possono essere convenientemente e razionalmente memorizzati mediante plessi, tuttavia è possibile ricorrere a strutture concatenate, anzi ciò viene fatto molto frequentemente.

## 6. Memorizzazione delle tavole

Data la frequenza con cui le tavole vengono incontrate in problemi di elaborazione automatica delle informazioni e l'influenza dei tempi di accesso ai singoli elementi di una tavola sui tempi totali di elaborazione, sarebbe necessario dedicare molto spazio a questo argomento. Poiché ciò non è qui possibile, ci si limiterà ad alcuni cenni sui principali metodi di accesso.
Premesso che nella maggior parte dei casi le tavole possono essere convenientemente memorizzate tramite strutture concrete di tipo sequenziale, ciò che distingue i vari tipi di tavole è il criterio con cui gli elementi sono memorizzati all'interno della struttura sequenziale e il metodo con cui gli elementi sono successivamente ricercati. Per valutare l'efficacia di tali metodi è opportuno considerare una « lunghezza media di ricerca », che può essere definito come il numero medio di chiavi esaminate (cioè di accessi alla tavola) prima di individuare l'elemento avente una chiave prefissata.
Se si trascurano le tavole ad accesso diretto, utilizzabili soltanto in casi molto particolari, i tipi di tavole più frequentemente utilizzati sono le tavole ad « accesso sequenziale », le tavole a « ricerca binaria » o « dicotomica » e le tavole ad « eccesso calcolato ».
Nelle tavole ad accesso sequenziale gli elementi si succedono in un ordine arbitrario e l'accesso viene realizzato confrontando la chiave dell'elemento cercato con la chiave del primo elemento, poi con quella del secondo e così via fino ad ottenere l'uguaglianza dei due termini del confronto.
Il sistema non è ovviamente molto efficiente, a meno che non si verifichino condizioni particolari e la lunghezza media di ricerca è data da

$$L_m = \frac{1}{2}(n+1)$$

dove n è il numero di elementi presenti.

Una caratteristica positiva è la semplicità di costruzione della tavola e la possibilità di aggiungere in qualunque momento nuovi elementi.
Nelle tavole a ricerca binaria o dicotomica gli elementi devono essere preliminarmente disposti in ordine di chiave crescente o decrescente e la ricerca inizia con un confronto tra la chiave dell'elemento cercato e la chiave dell'elemento che occupa la posizione centrale della tavola.
Il risultato di tale confronto indica in quale metà della tavola va proseguita la ricerca, la quale continua applicando iterativamente la stessa procedura, fino al riconoscimento dell'elemento cercato.
La ricerca binaria è generalmente più veloce di quella sequenziale e si può dimostrare che la lunghezza media di ricerca è approssimativamente data da

$$L_m = \log_2 n$$

dove n è sempre il numero degli elementi presenti.

Un inconveniente del metodo deriva dall'onere per l'aggiunta di nuovi elementi alla tavola: l'inserimemnto di nuovi elementi richiede infatti di rifare l'ordinamento della tavola e ciò fa sì che le tavole a ricerca binaria vengano utilizzate soltanto quando il numero di elementi non subisce sensibili variazioni durante l'uso.
Le tavole ad accesso calcolato richiedono anzitutto una struttura concreta di tipo sequenziale in grado di contenere un numero di elementi superiore a quello degli elementi che costituiscono effettivamente la tavola. Infatti al momento di memorizzare nella struttura sequenziale l'elemento di chiave $k_i$, il suo indirizzo viene determinato mediante una funzione

$$IND = f(k_i)$$

detta « funzione indirizzo » o « funzione di accesso » che viene scelta in modo da soddisfare due scopi fondamentali. Il primo di questi è di ottenere una buona utilizzazione della memoria, mentre il secondo è di avere il più piccolo numero possibile di « sinonimi », cioè di chiavi tra loro diverse alle quali la funzione di accesso attribuisce lo stesso indirizzo.
La scelta della funzione $f(k_i)$ è strettamente dipendente dalle caratteristiche della tavola che deve essere memorizzata e dal modo con cui le chiavi sono distribuite nel loro intervallo di variabilità.
Spesso si ricorre a funzioni di tipo « pseudo-casuale » le quali calcolano l'indirizzo eseguendo sulle chiavi operazioni che richiamano quelle in uso per la generazione di successioni di numeri pseudo-casuali, e facendo successivamente rientrare i valori ottenuti entro i limiti fissati per gli indirizzi massimo e minimo della struttura sequenziale.
Qualunque sia la scelta della funzione di accesso, essa darà tuttavia luogo a un certo numero di sinonimi. Per memorizzare gli elementi alle cui chiavi la funzione di accesso associa un indirizzo già assegnato ad un'altra chiave, si ricorre a metodi di vario genere che, pur con diverse varianti, consistono sostanzialmente nel sistemare il nuovo elemento nel primo posto libero trovato nella tavola stessa o in una tavola ausiliaria e collegando inoltre elementi sinonimi con opportuni puntatori.
La lunghezza media di ricerca è largamente dipendente dalla soluzione data al problema dei sinonimi e pertanto si rinvia chi desidera approfondire l'argomento alla letteratura specializzata.

## 7. Conclusione

L'esposizione fin qui svolta ha dovuto necessariamente essere molto sintetica: parecchi argomenti sono stati soltanto accennati ed alcuni completamente trascurati.
Come esempio di questi si possono citare i metodi per la memorizzazione delle strutture informative astratte sulle memorie di massa, metodi che in alcuni casi danno origine a problemi di particolare interesse.
Ci si augura tuttavia che, pur nei suoi limiti, la rassegna compiuta possa essere risultata di un certo interesse per i lettori ed abbia contribuito alla acquisizione di una visione sufficientemente unitaria dei problemi trattati.

## 8. Bibliografia


[1] M.C. HARRISON, *Data Structures and Programming, Courant Institute of Mathematical Sciences*, New York University, 1972.

[2] F.R.A. HOPGOOD, *Compiling Techniques*, McDonald-Elsevier Computer Monographs, 1967.

[3] M. ITALIANI, G. SERAZZI, *Elementi di Informatica*, Etas Libri, 1974.

[4] D.E. KNUTH, *The art of computer programming*, Addison Wesley, 1969.

[5] F. LUCCIO, *Strutture Linguaggi Sintassi*, Boringhieri, 1974.

[6] M.J.R. SHAVE, *Data Structures*, McGraw-Hill Book Company, 1975.

# Sistemi di stampa da elaboratore

GIANCARLO GATTI
*Honeywell Information Systems Italia*
*Centro di Ricerca e Progettazione*
*Pregnana Milanese*

## 1. Introduzione

Le stampanti alfanumeriche costituiscono le tipiche unità di uscita dei sistemi di elaborazione, poiché forniscono i dati in forma leggibile, anche in diverse copie, che possono essere conservate.
Vi sono due grandi famiglie di stampanti: « a impatto » ed a « non impatto ».
In accordo a ciò, si è suddivisa la trattazione in due articoli, presentando nel primo il settore delle stampanti ad impatto, che sono le più diffuse ed utilizzate, mentre il secondo illustrerà le stampanti a non impatto, le quali, pur presentando « affascinanti » soluzioni tecniche, sono oggi poco sfruttate dagli utilizzatori.
In questo articolo ci si propone pertanto di illustrare in forma necessariamente schematica, la famiglia delle stampanti ad impatto, comparando i vari tipi, esaminando i principi di stampa e loro limitazioni, e soffermandoci sulle tecniche di stampa ritenute più interessanti.

## 2. Concetti preliminari

### 2.1. *I caratteri*

Il carattere può essere stampato ad immagine intera (« solid font ») o per punti (« dot matrix ») come mostrato in fig. 1.
Il numero di caratteri diversi stampabili varia da un minimo di 16 ad un massimo di 128. La ISO (International Organization for Standardization) e lo ASCII (American Standard Code for Information Interchange) hanno fissato in 6 gruppi la quantità di caratteri. Sono disponibili set di 48, 64, 96, 128 caratteri, con possibilità di avere maiuscole, minuscole e simboli vari, in particolare ovviamente con il set 128. I set 16 e 32 sono offerti per usi speciali. Vi sono, inoltre, set di caratteri per lingue straniere, quali arabo, cirillico, Kata-Kana, ecc.
I caratteri a immagine intera sono coniati, con apposite matrici, su supporti meccanici che possono essere in acciaio o in materiale plastico, in funzione della velocità di stampa e della tecnica impiegata. Detti supporti possono contenere tutto il set di caratteri e hanno diverse forme legate al tipo di stampa: « catena, nastro, tamburo, cinghia, sfera, cilindro, ruota, margherita ».
Solo nei tipi a « catena, nastro, sfera » è possibile cambiare il set grafico, sostituendo, con operazione a livello del normale operatore, il supporto dei caratteri. Negli altri tipi l'operazione è più lunga e richiede l'intervento del tecnico specializzato.
Nella stampa a matrice il carattere è costruito da una serie di « aghi », portati da una « testina », che battono sulla carta, pilotati da una logica elettronica. La scelta del set grafico, e del numero di caratteri, dipende quindi unicamente dal circuito elettronico di pilotaggio. La testina è potenzialmente capace di stampare qualsiasi set di caratteri (anche arabo, cirillico, Kata-Kana, ecc.) senza essere sostituita.

### 2.2. *La stampa ad impatto*

La stampa chiamata ad « impatto » è ottenuta realizzando il contatto fra carattere, o altri mezzi, e la carta. L'energia impressa viene sfruttata per generare nella zona interessata alla stampa una pressione sufficiente a dare luogo al trasferimento di particelle di inchiostro dal nastro alla carta, secondo la forma del carattere.
La stampa ad impatto è, ad oggi, l'unica tecnica che permette di ottenere, contemporaneamente, un originale e fino ad un massimo di 6 copie con carta carbone interposta.
Un esempio classico di stampa ad impatto è la comune macchina per scrivere. I caratteri sono posti in cima ad una serie di leve o martelli i quali sono spinti verso la carta dall'energia impressa dalla mano dell'uomo.
La stampa del carattere può essere fatta « al volo » o da fermo. Nel primo caso i supporti meccanici

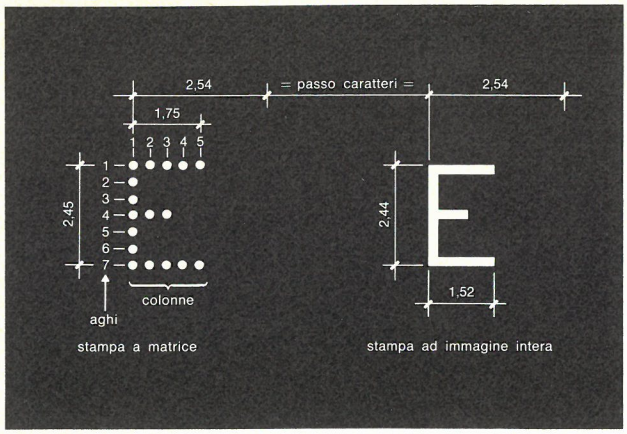



*Fig. 1 - I due tipi di stampa del carattere.*

contenenti i caratteri a immagine intera sono sempre in movimento e traslano, a tempi diversi congruenti con le velocità di stampa, davanti a uno o più martelli fissi. Il martello, comandato da mezzi opportuni, « pesca » al volo il carattere da stampare. Nella stampa a matrice, i mezzi (aghi) che costruiscono il carattere sono spinti contro la carta. Durante l'impatto, la cui durata deve essere molto piccola, esiste una velocità relativa tra il carattere, od altri mezzi in movimento e la carta, che è ferma. Nella stampa non al volo, invece, i caratteri, od altri mezzi, al momento dell'impatto sono fermi, ossia non c'è moto relativo fra carattere, martello e carta. La qualità di stampa è migliore, ovviamente, nel secondo caso. Nella stampa al volo, tuttavia, controllando l'energia cinetica del martello, riducendo il tempo di contatto carattere-carta e disponendo di segnali di sincronismo molto precisi, si riesce ad ottenere una buona qualità di stampa anche ad alta velocità.

## 3. Le stampanti ad impatto

Le stampanti ad impatto sono in larga misura elettromeccaniche e quelle ad alta velocità sono tra le macchine più sofisticate realizzate dall'industria degli elaboratori elettronici.

Nuove soluzioni tecniche sono sempre in studio allo scopo di migliorarne le prestazioni e ridurne i costi, sia di fabbricazione che di manutenzione. Con le ultime tecniche introdotte (motori passo-passo, elettromagneti veloci ad alto rendimento, materiali speciali e circuiti elettronici integrati), le parti in movimento sono notevolmente diminuite aumentando così l'affidabilità, riducendo il rumore, le dimensioni fisiche dell'unità ed il suo costo.

Poiché esse hanno ancora diversi movimenti meccanici, non sono così veloci ed affidabili come le apparecchiature elettroniche. Aumentare la velocità di stampa, ridurre il rumore ed i costi, mantenere un buon livello di affidabilità, sono i principali obbiettivi dei costruttori.

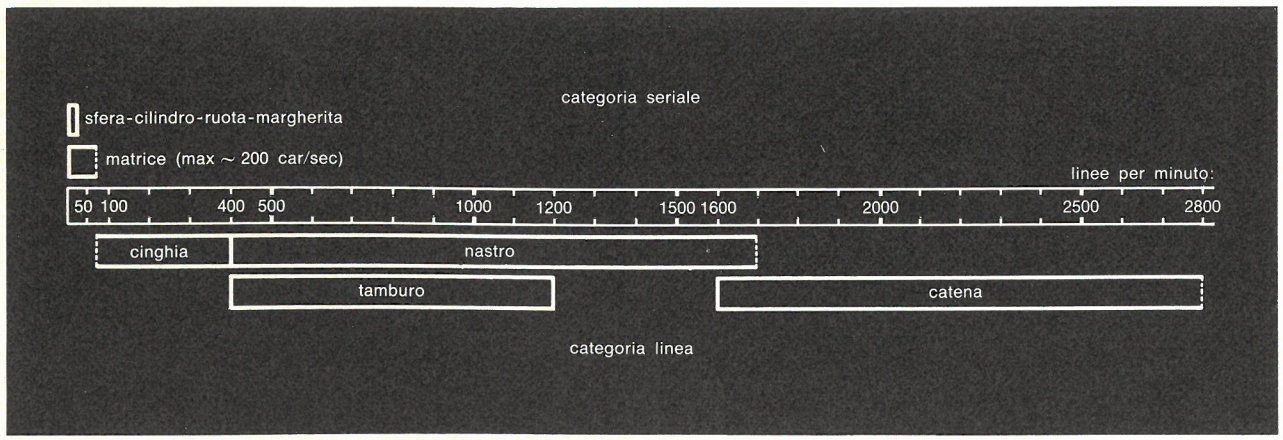
La famiglia delle stampanti ad impatto si divide in due categorie: la prima è chiamata « *a linea* » (una linea di caratteri per volta) e la seconda « *seriale* » (un carattere per volta). La stampa può essere fatta, nelle due categorie, lungo tutta la larghezza della pagina e quindi comprendere un numero di caratteri, ossia di « colonne di stampa », variabile da 80 a 160.

Le stampanti della categoria « *a linea* » si dividono a loro volta in diverse classi: « a catena, nastro, tamburo, cinghia », come illustrato in fig. 2. La scelta di queste tecniche di stampa è legata alla velocità che si vuole raggiungere, con costi ovviamente crescenti all'aumentare della velocità. La stampa è sempre del tipo « al volo ».

Questa classe di stampanti è utilizzata solo come uscita dell'elaboratore. Vi appartengono macchine, specie quelle ad alta velocità, molto costose e complesse. Hanno un solo dispositivo di alimentazione carta a moduli continui (« fan fold »), con la possibilità di fare un massimo di 6 copie.

Il meccanismo di avanzamento carta, od interlinea, può spostare velocemente in senso verticale (« tabulazione verticale ») e per una lunghezza variabile il modulo, in maniera da stampare la riga nella posizione voluta. Il comando interlinea veloce è generato, per le stampanti più veloci, dall'elaboratore

*Fig. 2 - Le stampanti ad impatto: tipi e prestazioni. (La velocità di stampa è espressa in linee per minuto).*



che contiene nella propria memoria il formato della pagina. Un dispositivo VFU (Vertical Format Unit), con lettura di banda perforata nella quale sono memorizzati gli ordini di « salto carta », è usato nelle stampanti meno veloci e più economiche.
Una maggiore flessibilità d'impiego è presente nella classe a « cinghia ». Infatti è possibile, in opzione, una tastiera alfa-numerica per l'introduzione dei dati ed inoltre sono disponibili alcuni dispositivi di alimentazione carta del tipo « rotolo » (« roll ») o « foglio singolo » (« single sheet »).
Le stampanti « *seriali* » si suddividono in due classi. Appartengono alla prima classe le stampanti con carattere a immagine intera che usano tecniche di stampa del tipo: a sfera, cilindro, ruota, margherita, tutte però con una limitazione nella velocità di stampa. Infatti, per la particolare cinematica, esse hanno un « tetto » a circa 40 car/sec. La stampa è del tipo non volo per velocità sino a 20÷30 car/sec, mentre per velocità superiori la stampa al volo è indispensabile.
La seconda classe di macchine è invece basata sulla stampa seriale a matrice. Macchine di questo tipo, sono molto più veloci e hanno costi inferiori. Le velocità raggiunte oggi sfiorano i 200 car/sec ed il rumore prodotto dalla stampa è ad un livello decisamente accettabile. È garantito un numero massimo di 5 copie con carta carbone, perfettamente leggibili.
Questa tecnica permette di avere organi meccanici molto piccoli e quindi con masse ridotte; le velocità ed inerzie del cinematismo risultano agevolmente controllabili.
È facilmente intuibile come il metodo a matrice presenti importanti vantaggi per ciò che riguarda l'energia necessaria alla stampa; quest'ultima infatti dovrà necessariamente essere maggiore nella stampa di un carattere ad immagine intera, occupando quest'ultimo una area superiore rispetto ai punti del metodo a matrice.
In fig. 3 è mostrata una tabella comparativa delle principali caratteristiche delle due categorie: linea e seriale. Il costo relativo è, ovviamente, solo approssimato poiché dipende dal tipo, opzioni e quantità.

Le stampanti seriali si presentano come macchine più flessibili rispetto a quelle a linea. Esse possono essere equipaggiate con i seguenti dispositivi di alimentazione carta (« papers handlers »):

*a*) fogli continui (« fan fold »)
*b*) foglio singolo (« single sheet »)
*c*) scheda contabile (« ledger »)
*d*) libretto bancario (« pass book »)
*e*) rotolo (« roll »)
*f*) moduli di formato e spessori diversi con moto carta indipendente (« dual handling »).

Il dispositivo VFU è offerto in opzione su alcune stampanti seriali e quindi la « tabulazione verticale » può essere fatta a velocità superiore.
Con l'inserimento di una tastiera alfa-numerica, la stampante può operare come telescrivente, terminale o console in collegamento con l'elaboratore.
Nelle seriali, la stampa può essere « bidirezionale ». Questa interessante prestazione aumenta la capacità di lavoro (« throughput ») della stampante (1). Infatti, terminato di stampare l'ultimo carattere della riga, la testina, dopo il comando interlinea, riprende a stampare a ritroso.
Anche la « tabulazione orizzontale » migliora il « throughput ». Essa permette alla testina di « saltare » degli spazi, di lunghezza variabile, lungo la riga di stampa ad una velocità superiore.
In fig. 4 sono schematizzati i gruppi che compongono una stampante ad impatto. Per semplicità non sono state evidenziate le differenze tra la categoria linea e seriale essendo detti gruppi quasi sempre presenti, con complessità ovviamente diversa.

(1) Benché la velocità di una stampante venga generalmente data in termini di linee per minuto o caratteri per secondo, una misura più reale è il « throughput », che tiene conto di altri tempi caratteristici che intervengono nell'operazione della macchina.
Riferendosi, ad esempio, ad una stampante seriale, si ha che il tempo T per stampare una linea è dato da: $T = N/V + T_1 + T_2$, dove N è il numero di caratteri della linea, V la velocità di stampa in car/sec., $T_1$ e $T_2$, rispettivamente, il tempo di ritorno del carrello ed il tempo di interlinea (in sec.). Il throughput è allora dato da N/T. Ad esempio, una stampante seriale che stampi linee di lunghezza media di 40 caratteri ad una velocità di 30 car/sec. e con un tempo $T_1 + T_2$ di 0.3 sec., ha un throughput di 25 car/sec.

*Fig. 3 - Caratteristiche relative delle stampanti ad impatto.*

| Caratteristiche | Stampanti a linea | | | | Stampanti seriali | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Catena | Nastro | Tamburo | Cinghia | Matrice | altre |
| Costo relativo | 1 | 0,8 | 0,5 | 0,2 | 0,1 | 0,3 |
| Livello rumore | discreto | discreto | alto | basso | basso | discreto |
| Affidabilità | buona | buona | buona | buona | ottima | discreta |
| Qualità di stampa | buona | buona | buona | discreta | buona | ottima |
| Tastiera | no | no | no | possibile | si | si |
| Formati carta | unico | unico | unico | pochi | molti | molti |

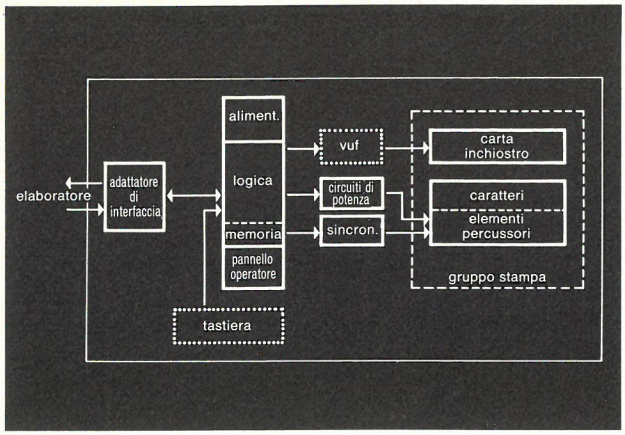



*Fig. 4 - Schema a blocchi di stampante ad impatto.*

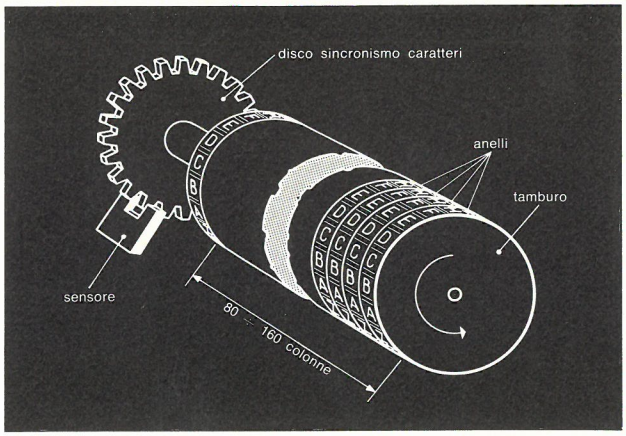



*Fig. 6 - Stampante a tamburo: schema di principio.*

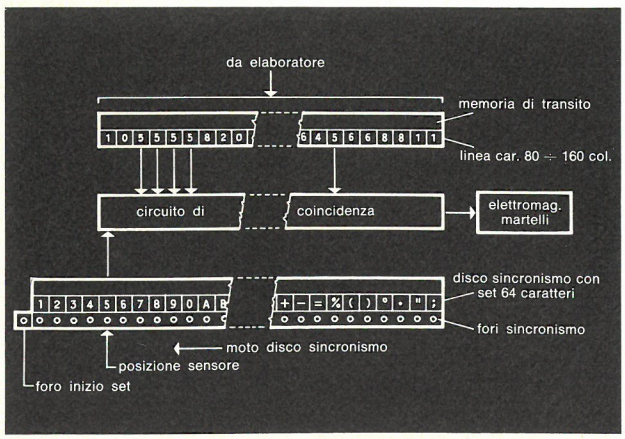
Il gruppo di stampa è il più complesso, ed i meccanismi in esso contenuti, sono l'espressione di una tecnica molto avanzata. I materiali impiegati sono il frutto di una rigorosa ricerca scientifica svolta allo scopo di avere parti meccaniche leggere come peso e con le superfici di lavoro molto dure, in maniera da controllare accelerazioni, velocità ed inerzia dei cinematismi come pure le pressioni e quindi l'usura meccanica.

## 4. Tecniche di stampa per macchine a linea

### 4.1. *Tipo a tamburo*

Le stampanti a tamburo, come abbiamo accennato, appartengono alla categoria a linea. La stampa è al volo ed i caratteri sono del tipo a immagine intera.
I set di caratteri normalmente usati sono: ISO 48/64. Essi sono disposti, per coniatura, sulla superficie del tamburo secondo delle circonferenze. Ogni circonferenza, od « anello », contiene quindi tutto il set di caratteri.
Di fronte ad ogni circonferenza è montato un martello fisso, azionato da un elettromagnete, che preme la carta quando di fronte ad esso si viene a trovare il carattere richiesto. Un sensore magnetico od ottico (dipende dal grado di precisione che si vuole ottenere) rileva, tramite 48 o 64 tacche o fori posti su un disco calettato sull'asse di rotazione del tamburo la posizione del carattere da stampare.
In fig. 5 è illustrato lo schema di funzionamento. L'informazione (linea di caratteri da stampare) è inviata in una memoria di transito (« buffer ») I martelli vengono attivati quando i caratteri nel buffer coincidono con i segnali generati dal disco di sincronismo; una linea di caratteri viene stampata in una rivoluzione del tamburo.
La linea può variare in lunghezza da 80 a 160 caratteri, ossia possono essere montati sul tamburo sino a 160 anelli o set di caratteri, allineati angolarmente fra loro.
In fig. 6 è schematizzato un tamburo porta caratteri con disco di sincronismo.
Le stampanti a tamburo sono state le prime unità di stampa usate nei sistemi EDP. Il meccanismo di stampa adottato usa il principio della stampa al volo con controllo dell'energia cinetica del martello, in seguito applicato ad altri tipi di stampanti ad impatto, sia a linea che seriali.
Il meccanismo è mostrato schematicamente nelle figg. 7 e 8. L'elettromagnete attrae una armatura che impartisce un momento al martello, il quale si comporta come un proiettile. (La massa di ciascun martello è molto più piccola rispetto a quella del tamburo cosicché, agli effetti pratici, quest'ultimo si può considerare dotato di massa infinita).
Quando il martello urta il bersaglio, esso si deforma elasticamente lungo il proprio asse longitudinale. Successivamente, l'energia elastica viene restituita, dando luogo alla corsa di ritorno del martello. La stampa avviene nel tempo (« di impatto ») in cui il martello rimane in contatto col bersaglio (tipicamente sui 15 microsecondi).
Per una data forza di scrittura, il tempo di impatto risulta tanto più lungo quanto più elevata è la massa e la velocità del martello, come si può ricavare, sotto ipotesi semplificative, direttamente dalla legge fondamentale della dinamica.
Da queste considerazioni si vede come il metodo

*Fig. 5 - Schema di funzionamento di stampante a tamburo.*



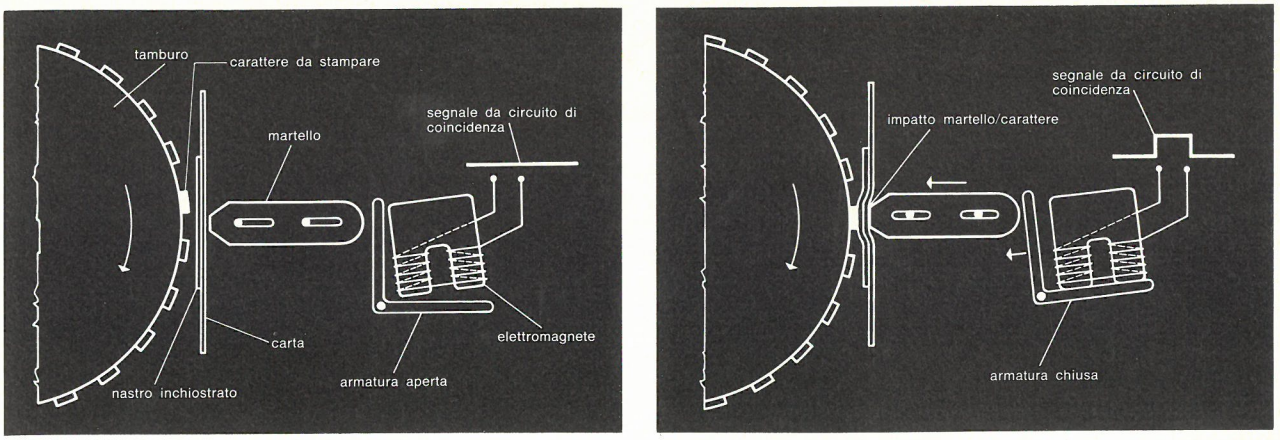


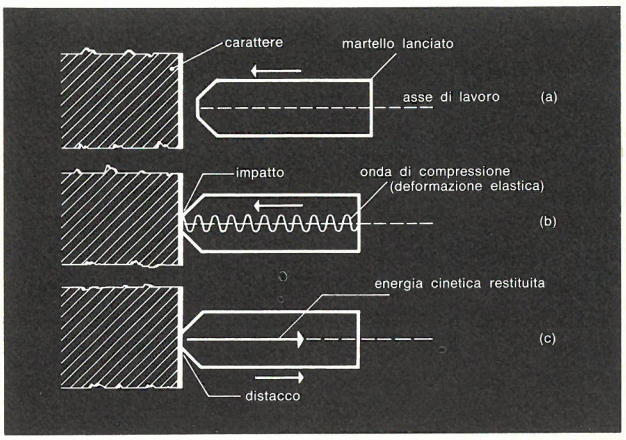

*Fig. 7 - Stampante a tamburo: a) meccanismo a riposo; b) meccanismo in lavoro.*

permetta di controllare la forza di stampa; in effetti il fenomeno schematizzato è assai più complesso e l'ottimizzazione del processo richiede studi complicati sui materiali e la geometria del sistema.
La forza di impressione influisce sulla « qualità della stampa »; ma non è l'unico fattore.
La temporizzazione del martello è chiaramente un fattore critico ai fini di un buon allineamento dei caratteri. Un imperfetto sincronismo tra la posizione angolare del tamburo (carattere da stampare) ed il martello, provoca un disallineamento sulla linea dei caratteri.
Di speciale importanza è anche l'uniformità del tempo di risposta del martello cioè il tempo che impiega il martello a partire e a tornare alla posizione di riposo. Il tempo di impatto contro la carta deve pure essere uniforme ed inoltre il più breve possibile per evitare « sbavature » del carattere e rotture della carta. Le sbavature avvengono se il martello rimane in contatto troppo a lungo col bersaglio mobile o se lo smorzamento dell'impatto non è soddisfacente. Per compensare parzialmente le sbavature, i caratteri sono coniati con i segmenti orizzontali più sottili rispetto a quelli verticali, ossia i segmenti del carattere perpendicolari alla direzione del suo moto sono più sottili.
La testa del martello deve essere ampia in modo da coprire tutta l'area del carattere senza però interferire con i caratteri adiacenti. Questo fatto richiede maggiori precisioni ed il controllo di un momento addizionale (sbandamento dinamico del martello), che complica il meccanismo di stampa.
Per quanto riguarda la velocità di stampa essa è legata al controllo di tutti i tempi che intervengono nel processo. Miglioramenti della velocità si ottengono quindi, in particolare, agendo sul disegno del martello e dell'elettromagnete e sui relativi materiali. È, inoltre, da notare che un fattore limitante la velocità di stampa è costituito dalla velocità periferica del tamburo, e quindi dal suo diametro. Quest'ultimo è, evidentemente, tanto più elevato quanto maggiore è il numero di caratteri che compongono il set e quanto maggiore è la dimensione dei singoli caratteri.

4.2. *Tipo a catena-nastro-cinghia*

I caratteri sono coniati su dei supporti meccanici i quali sono montati su una catena, o un nastro, o una cinghia.
Questi mezzi meccanici traslano, in senso orizzontale, ossia lungo la linea di stampa, presentando i caratteri davanti ai martelli che sono fissi ed in numero pari alle colonne della linea. Tra martelli e caratteri vi è naturalmente il nastro inchiostrato e la carta.
Sostanzialmente il metodo di stampa è simile a quello del tipo a tamburo, cioè il martello « pesca » al volo il carattere da stampare, anche se il modo con cui i caratteri sono portati davanti alle posizioni di stampa è diverso.
Una schematizzazione del nastro portacaratteri è illustrata in fig. 9. Usualmente la catena (o nastro, o cinghia) porta, in successione, più set di caratteri, in modo da aumentare la velocità di stampa.
Oltre a ciò, il passo dei caratteri sul mezzo trasportatore è leggermente maggiore del passo dei martelli, per cui solo un certo numero di caratteri risulta, ad ogni istante, allineato con dei martelli. Col rapporto illustrato in figura 10 si ha un allineamento ogni 16 martelli; in tutte queste posizioni si può

*Fig. 8 - Stampa « al volo » con controllo dell'energia cinetica.*



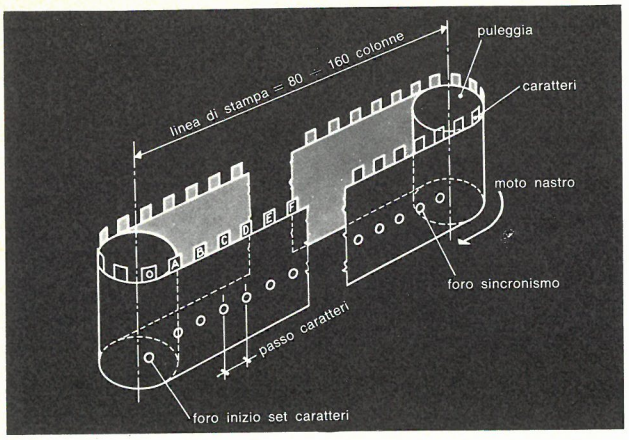



*Fig. 9 - Stampante a nastro: schema di principio.*

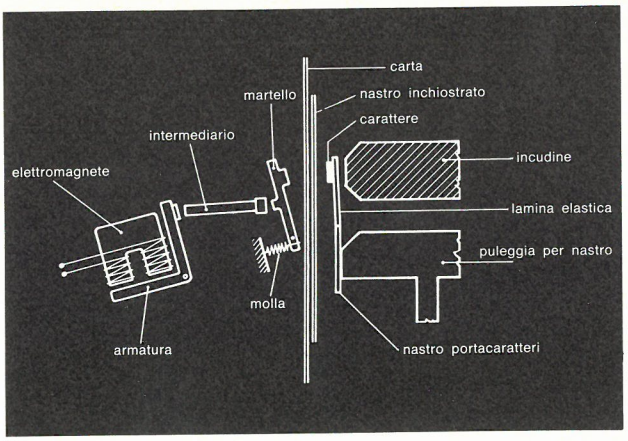
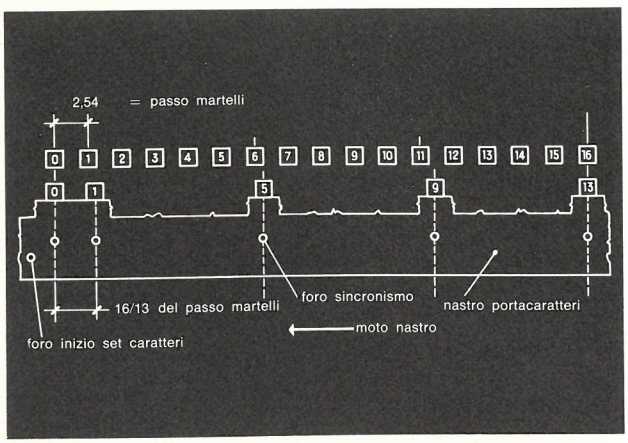



*Fig. 11 - Stampante a nastro: meccanismo di stampa.*

quindi avere una stampa simultanea. Successivamente, basta che il nastro portacaratteri si sposti di poco (in questo caso di 1/16 del passo tra i caratteri) perché si verifichi una nuova situazione di coincidenze, in posizioni diverse da prima. In altre parole, al muoversi del nastro si ha un effetto « verniero », che permette, via via, la stampa contemporanea ogni 16 colonne.

La fig. 11 mostra un meccanismo di stampa usato in stampanti del tipo a nastro. Esso è basato sullo stesso principio di stampa al volo con controllo dell'energia visto in precedenza. L'attivazione dell'elettromagnete imprime, con l'ausilio di un « intermediario », un momento al martello che colpisce, con una energia convenuta, il carattere. Questo, montato su una lamina elastica e portato da un nastro in acciaio sempre in movimento, si flette per uno spazio che è nell'ordine di qualche decimo di millimetro appoggiando la parte posteriore, non coniata, contro l'incudine, ossia contro una massa molto grande rispetto alla massa del martello. In questo istante il sistema è « rigido » ovvero l'energia, trasmessa dall'elettromagnete al martello è trasferita sul carattere per un tempo convenuto. A stampa effettuata, il meccanismo ritorna alla posizione di riposo.

*Fig. 10 - Stampante a nastro: sincronizzazione caratteri/martelli.*




È ovvio che il tempo d'impatto deve essere breve ed il tempo di risposta del cinematismo uniforme se si vuole ottenere una buona qualità di stampa. Questi sono i principali vincoli di un qualsiasi sistema di stampa ad impatto.

Come illustrato in fig. 2 le stampanti del tipo a catena e nastro, sono ad oggi le più veloci.

Le stampanti a cinghia, invece, pur usando lo stesso principio, hanno velocità sensibilmente inferiori; non disponendo di meccanismi di stampa complessi possono però essere offerte a costi inferiori.

## 5. Tecniche di stampa per macchine seriali

Le macchine seriali presentano una varietà di soluzioni tecniche molto maggiore delle unità a linea. Le basse velocità di stampa (10÷200 car/sec, pari ad un massimo di 80 LPM) permettono alla fantasia dei progettisti di spaziare su un più ampio ventaglio di soluzioni. Attualmente sono in commercio macchine seriali che usano tecniche varie (a sfera, cilindro, ruota, margherita) con stampa a immagine intera, e macchine ad aghi con stampa a matrice.

Le prime saranno trattate brevemente, mentre maggior spazio verrà dato alle tecniche di stampa del secondo tipo.

### 5.1. *Tipo sfera*

Il set di caratteri è disposto sulla superficie di una sfera e tutti i caratteri sono posizionati sull'intersezione dei « meridiani » con i « paralleli », come mostrato in fig. 12. La selezione del carattere da stampare è ottenuta con mezzi elettromeccanici che agiscono sul moto angolare (meridiani) e sul moto di livello (paralleli). Il carattere così selezionato è portato sull'asse di stampa (equatore) e mezzi opportuni imprimono alla sfera un momento che la porta ad urtare la carta. Ovviamente, dopo la stampa, la sfera viene staccata dalla carta e con altri mezzi (carrellino porta testina) si provvede a traslarla di un passo carattere.

La stampa è del tipo non volo (carattere fermo) ed i caratteri sono ad immagine intera. La velocità di stampa è nell'ordine dei 10÷20 car/sec.

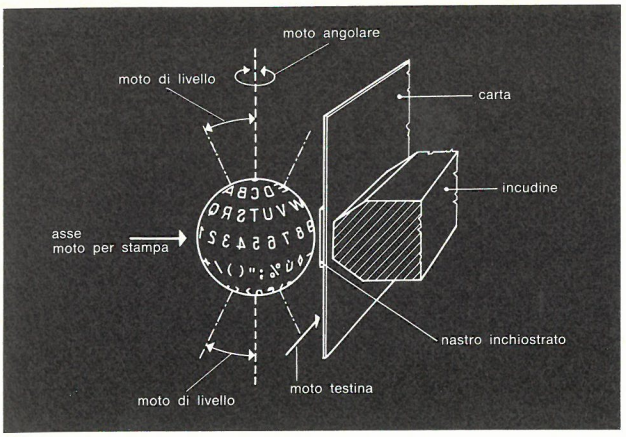



*Fig. 12 - Stampante seriale a sfera.*

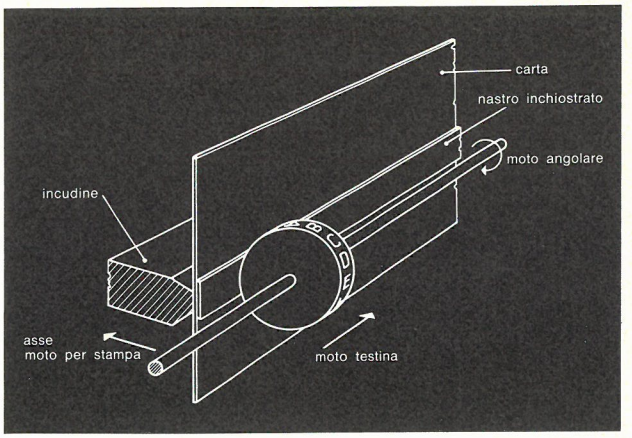



*Fig. 14 - Stampante seriale a ruota.*

5.2. *Tipo cilindro*

In fig. 13 è raffigurato un cilindro che contiene tutto il set di caratteri il quale è disposto, per coniatura, su diverse circonferenze od anelli. La selezione del carattere è la risultante dei moti angolare e di livello. Allorché il carattere è posizionato, mezzi elettromeccanici provvedono a portare il cilindro ad urtare la carta.

La stampa ed i caratteri sono dello stesso tipo di quelli a sfera. La velocità di stampa non supera i 20 car/sec.

5.3. *Tipo ruota*

Questa tecnica, illustrata in fig. 14, è simile alla precedente con il vantaggio però che la selezione del carattere è semplificata mancando il moto di scelta livello. Tutto il set di caratteri è contenuto sulla circonferenza della ruota. La stampa è identica al tipo cilindro. Se il set di caratteri è grande (64-96), il diametro della ruota può raggiungere valori tali che limitano fortemente la velocità di stampa: da 20 car/sec a $6 \div 10$ car/sec. Aumentano inoltre le dimensioni del meccanismo.

5.4 *Tipo margherita*

In fig. 15 è mostrata una tecnica che differisce dalle precedenti. I caratteri sono coniati su supporti meccanici montati su lamine elastiche simili a quelle della tecnica a nastro (par. 4.8.) e ruotanti su un asse. La stampa è sempre del tipo non volo e la velocità è di 30 car/sec. Questo approccio ha il vantaggio di avere ingombri inferiori rispetto al tipo a ruota e quindi masse minori. L'energia occorrente per la stampa è inoltre nettamente inferiore poiché solo la lamina che porta un singolo carattere è attivata per urtare la carta e non tutta la ruota, o cilindro, o sfera.

5.5. *Tipo a matrice*

La matrice più comune è costituita da 35 punti: 7 righe per 5 colonne. Il set grafico si realizza all'interno della matrice, ossia il carattere si forma scegliendo opportunamente una serie di punti, per riga e colonna.

La testina di stampa ha una colonna verticale di 7 aghi ed è portata da un carrellino che trasla parallelamente alla linea di stampa ad una velocità costante.

La stampa è del tipo al volo e gli aghi urtano la carta con una energia impressa da altrettanti elettromagneti pilotati dai circuiti elettronici.

Un set grafico completo (128 caratteri) è contenuto

*Fig. 13 - Stampante seriale a cilindro.*

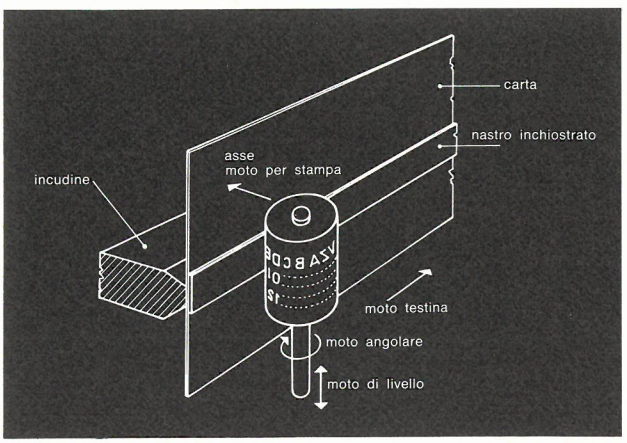
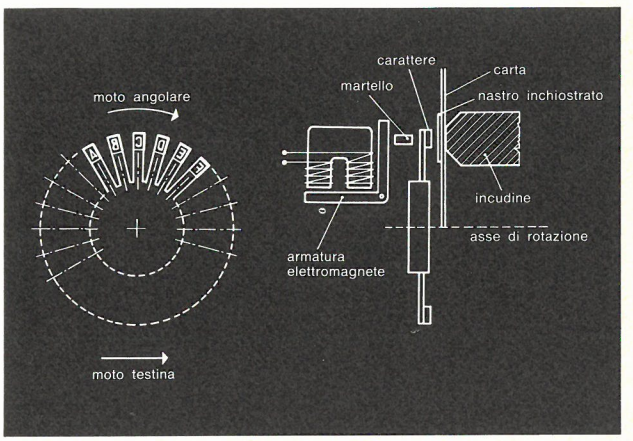



*Fig. 15 - Stampante seriale tipo « margherita ».*



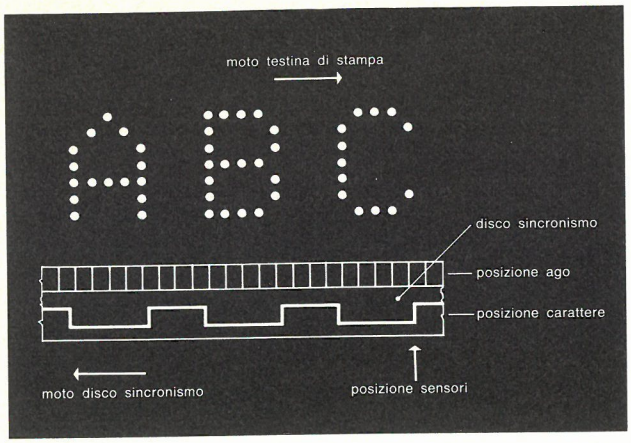



*Fig. 16 - Principio di stampa a matrice di punti.*

in una memoria. Quando la prima delle 5 colonne che compongono il carattere è selezionata, sono generati da uno a sette segnali ed inviati agli elettromagneti. L'operazione si ripete per tutte le colonne della matrice e per ogni carattere.

Per stampare la lettera E in fig. 1 si energizzano tutti gli aghi sulla colonna n. 1, gli aghi 1, 4, 7 sulle colonne 2, 3 e gli aghi 1, 7 sulle colonne 4, 5.

Il moto al carrellino porta testina è impresso, tramite una cinghia, da un motore passo-passo (« step motor ») e può essere continuo per scrittura « sincrona» da elaboratore, o discontinuo per scrittura «asincrona » da tastiera. Il ritorno della testina, dopo aver terminato la linea di stampa, avviene ad alta velocità.

Lo spostamento, lungo l'asse di scrittura, del carrellino è controllato da uno o più sensori che « leggono » delle tacche o fori posti su un disco di sincronismo, o altri mezzi atti a segnalare, ad ogni istante, la posizione lungo la linea di stampa degli aghi di scrittura. In fig. 16 è mostrata una porzione del disco di sincronismo.

La tecnica a matrice permette un migliore dosaggio dell'energia conferita poiché essa è uguale per ogni punto. Con la tecnica a immagine intera invece si può avere una energia abbondante per caratteri con piccola superficie (ad esempio un punto) e scarsa per caratteri aventi grande superficie (ad esempio una W). Il pericolo è di bucare la carta dell'originale nel primo caso, per ottenere nel secondo caso un carattere leggibile anche sull'ultima copia.

Velocità attorno ai 200 car/sec sono realizzabili grazie al particolare meccanismo di stampa che fa delle macchine ad ago le più veloci ed economiche stampanti seriali.

In fig. 17 è illustrato un meccanismo di stampa ad aghi dove appaiono disegnati completamente solo un elettromagnete ed un ago. Gli altri 6 elettromagneti ed aghi, che completano la testina, sono appena tracciati ma sono visibili nella foto in fig. 18 che mostra una testina completa. In fig. 19 è illustrato un diagramma del moto dell'ago.

La testina di stampa è composta da 7 elettromagneti disposti su un cilindro. Ciascun elettromagnete, tramite la propria armatura o « paletta », energizza un ago, il quale scorre in apposite guide il più vicino possibile all'asse del cilindro.

Il meccanismo di stampa sfrutta il principio descritto nel par. 4.1. e cioè stampa al volo con controllo dell'energia.

Il movimento dell'ago di stampa si divide in 5 fasi:

1) ritardo ($t_1$)
3) corsa di andata ($t_2$)
3) impatto ($t_3$)
4) corsa di ritorno ($t_4$)
5) oscillazioni ($t_5$)

Il ritardo dipende dalle caratteristiche sia dell'elettromagnete che del circuito elettronico di pilotaggio.

Le oscillazioni sono dovute a « rimbalzi » dell'ago, il quale scarica l'energia ancora immagazzinata, contro l'arresto di riposo; ossia occorre un certo tempo per riportare in quiete il sistema e poter iniziare un nuovo ciclo.

Trascurando gli attriti e le resistenze aerodinamiche al moto della paletta, il moto dell'ago risulta essere uniformemente accelerato.

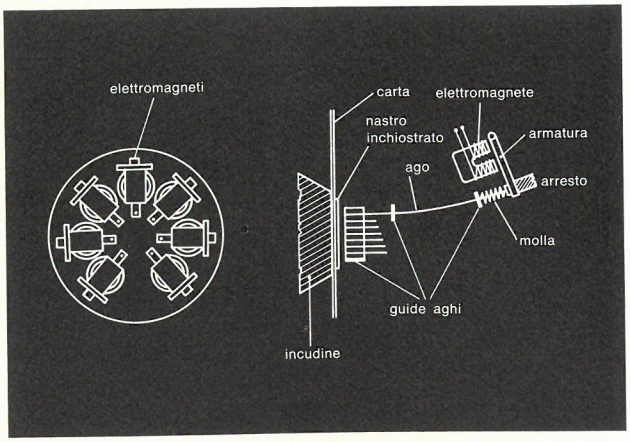
Quando la punta dell'ago urta contro l'incudine, comprimendo il nastro inchiostrato e la carta, l'ago viene sottoposto a sforzo assiale di compressione.

Per semplicità supponiamo che non si verifichino flessione laterali dell'ago e che la sola energia potenziale immagazzinata dallo stesso sia dovuta alla deformazione elastica, in senso assiale, provocata dallo sforzo di compressione longitudinale. Inoltre supponiamo non ci siano perdite (dissipazione energetica) nel sistema.

All'istante dell'impatto, l'energia cinetica conferita all'ago si trasforma in energia potenziale elastica, che viene poi riconvertita in energia cinetica per dare inizio alla corsa di ritorno dell'ago.

È molto importante che gli attriti meccanici del ci-

*Fig. 17 - Schema di principio di stampante a matrice. A sinistra è mostrata una disposizione degli elettromagneti che ottimizza la geometria dell'insieme (Honeywell Information Systems Italia).*



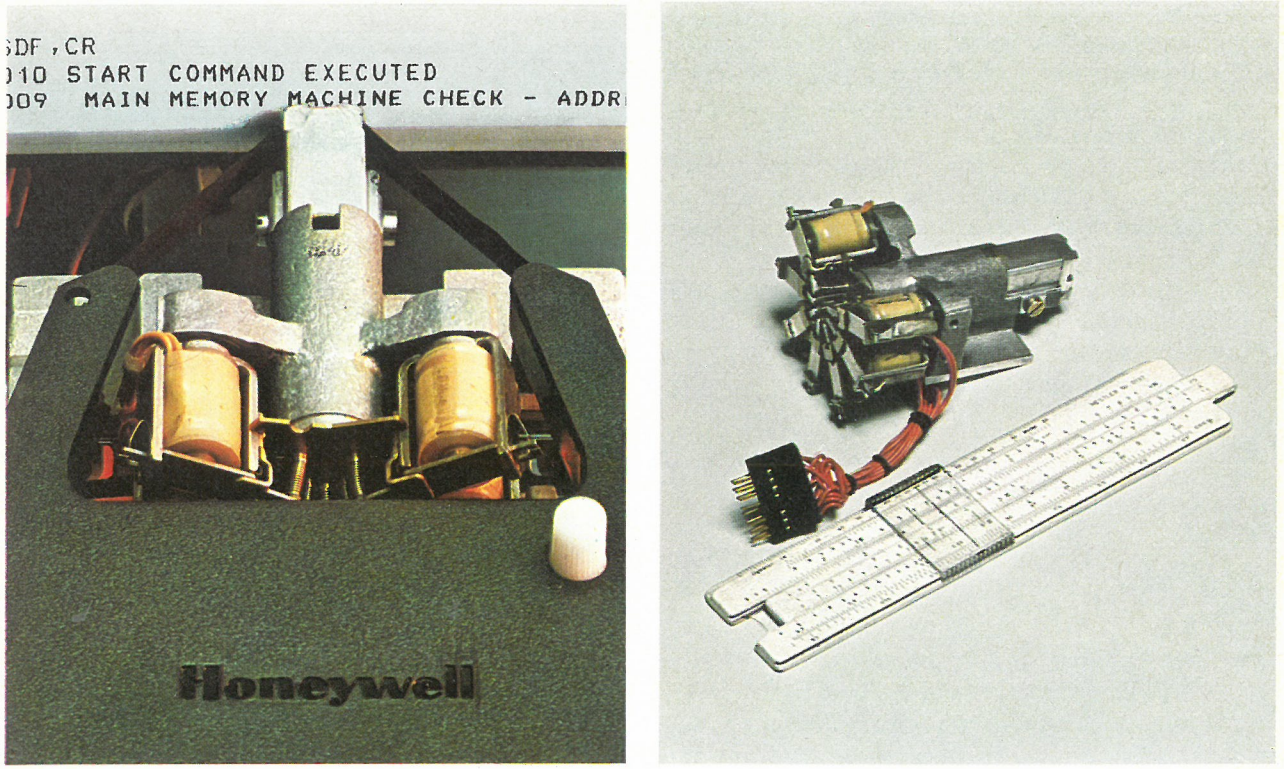
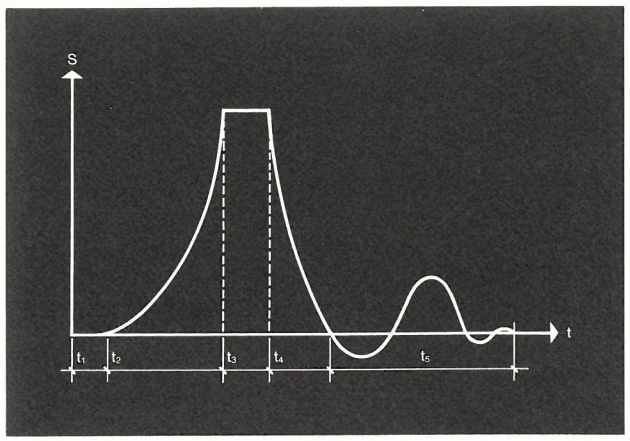



*Fig. 18 - Le fotografie mostrano la testina di una moderna stampante seriale a matrice di alte prestazioni. (Progetto e fabbricazione della Honeywell Information Systems Italia).*

nematismo della testina e del suo carrellino assumano, durante la stampa, valori molto piccoli se si vuole ottenere una buona qualità di stampa. È ovvio che altri fattori, quali i tempi di risposta del sistema e sincronismi non precisi, possono influenzare la qualità del carattere stampato.

Un fattore limitante la velocità di stampa è la massa totale del meccanismo (testina + carrellino). È fondamentale ridurre drasticamente gli ingombri ed usare materiali speciali aventi peso specifico basso, ma con durezze superficiali elevate, per controllare le usure meccaniche del cinematismo e le accelerazioni e velocità lineari del carrellino.

*Fig. 19 - Diagramma di moto degli aghi in una stampante seriale a matrice.*




## 6. Tecniche di stampa affermate

Tra le stampanti a linea, quelle a catena, nastro, cinghia, si sono ormai imposte, offrendo agli utilizzatori una varietà di prestazioni/costo oggi ritenute soddisfacenti.

È importante notare come questa tecnica permetta di avere una fascia di prestazioni molto ampia (80 ÷ 2800 LPM) variando solo il meccanismo di stampa e lasciando invariato il principio: cioè facendo traslare davanti ad una « batteria » di martelli, con moto parallelo all'asse della linea di stampa, tutto il set di caratteri.

Con questo approccio, grazie ad un migliore controllo dell'energia per stampare ed all'impiego di particolari materiali fonoassorbenti, si ha un rumore accettabile e nettamente inferiore che nella tecnica a tamburo. Inoltre i costi sono per le basse velocità (80 ÷ 400 LPM) molto interessanti, mentre per le velocità medie (400 ÷ 1200 LPM) sono concorrenziali ai tipi a tamburo con il vantaggio però di poter sostituire, a livello operatore, il supporto porta caratteri con un altro avente un set diverso. Infine per le alte velocità (1200 ÷ 2800 LPM) questa tecnica è oggi l'unica possibile, usando tecniche ad impatto.

La tecnica a matrice ha permesso di raggiungere velocità che prima erano ritenute impensabili con tecniche seriali (sino a 200 car/sec), con costi giudicati molto buoni. Per le velocità più basse, e più precisamente attorno ai 15 ÷ 30 car/sec, i costi sono decisamente più favorevoli rispetto a macchine basate su tecniche a carattere intero.

L'affidabilità delle stampanti ad aghi è, inoltre, indubbiamente migliore poiché il meccanismo di stampa è molto semplice, l'energia in gioco è piccola e le tolleranze meccaniche ed elettriche più compatibili con una produzione di serie.
Anche con la tecnica ad aghi il campo di prestazioni è ampio: da 10 a 200 car/sec ed è ottenuto variando il meccanismo di stampa ed i materiali, mantenendo però il principio di base.
In definitiva la tecnica a catena/nastro/cinghia usata su stampanti a linea e la tecnica a matrice in atto su alcune stampanti seriali, appaiono ad oggi le più adeguate per la stampa ad impatto.

## 7. Conclusioni

L'introduzione nelle stampanti ad impatto di tutta una serie di innovazioni tecnologiche — dai nuovi materiali alle lavorazioni meccaniche speciali, dall'impiego di motori passo-passo a quello dell'elettronica integrata — hanno consentito di ottenere decisi miglioramenti in questo importante componente dei sistemi di elaborazione.
Le stampanti odierne sono assai più piccole, silenziose ed affidabili di quelle di anche pochi anni or sono, mentre il costo è andato via via diminuendo.
Questi miglioramenti sono particolarmente evidenti nel settore delle stampanti seriali, dove l'introduzione ed il perfezionamento della tecnica di stampa a punti ha portato a prestazioni e costi del tutto irraggiungibili con le tecniche convenzionali.
L'evoluzione delle stampanti ad impatto non ha certamente raggiunto i suoi limiti ed ulteriori significativi progressi sono da attendersi negli anni a venire.

# Riconoscimento ed elaborazione di forme

STEFANO LEVIALDI
*Laboratorio di Cibernetica del C.N.R.*
*Arco Felice, Napoli*

## 1. Introduzione

Il mondo circostante è costituito da forme, da loro rappresentazioni (immagini) che noi osserviamo e che, per ragioni di comodità e di comportamento, classifichiamo in modo intuitivo ed immediato. Basti pensare al riconoscimento di facce di persone, di caratteri stampati o in corsivo, di oggetti riprodotti su pubblicazioni, ecc. È da questa osservazione sul comportamento dell'uomo che si è costruita un'ipotesi di lavoro per impostare il problema del riconoscimento di forme considerandolo come generale e come risolubile. L'idea che sta alla base di questa impostazione è che noi, uomini, ricorriamo agli stessi meccanismi (di misura, di associazione) per riconoscere le forme osservate, indipendentemente dal tipo di forma in questione. Che poi il problema sia risolubile, questo riguarda più precisamente l'espressione di desiderio di ogni indirizzo cibernetico che si proponga di riprodurre quelle caratteristiche di funzionamento che, per ora, sono patrimonio esclusivo degli organismi viventi: la riproduzione, la memorizzazione, il riconoscimento e l'apprendimento. Quindi possiamo notare che una prima spinta alla impostazione e soluzione del problema del riconoscimento di forme fu data dalla Cibernetica [1] intesa come scienza che interpreta e modella il funzionamento dell'uomo, soprattutto per quanto riguarda le sue capacità intellettive.

Alla fine degli anni cinquanta, con la necessità che fisici nucleari avevano di analizzare grandi quantità di fotogrammi di camere a bolle si sono sviluppate delle tecniche di scansione e misura che dovevano risolvere nel modo più generale il problema della selezione automatica di tali fotografie [2].

Una ulteriore spinta che ha notevolmente contribuito ad incrementare l'interesse per questi studi è stata quella legata allo sviluppo incessante degli strumenti di calcolo, più precisamente dei calcolatori elettronici [3]. Essi forniscono una grande velocità e flessibilità al tempo stesso e quindi consentono la manipolazione di grosse quantità di dati in modi facilmente controllabili dall'operatore umano. Lo sviluppo della tecnologia non soltanto ha migliorato le prestazioni tecniche dei calcolatori, ma li ha ridotti di dimensioni, li ha resi più affidabili, li ha fatti più economici, più facilmente governabili ed inoltre ha consentito all'uomo di presentare al calcolatore anche delle informazioni non numeriche (di tipo pittorico).

Vi è una quarta motivazione, militare, che ha ulteriormente spinto gli studi e le ricerche sul riconoscimento di forme. Sono state quindi finanziate in diverse parti del mondo ricerche per consentire alle apparecchiature della aviazione, della marina e della fanteria, di potere individuare postazioni nemiche mediante l'analisi automatica delle immagini riprese mediante telecamere (sia in zona visibile, che nell'infrarosso) o mediante altri dispositivi opto-elettronici sviluppati a tale scopo.

È conveniente anche notare l'attenzione crescente che la psicologia ha dedicato al fenomeno generale della percezione visiva in quanto l'organo della visione è responsabile, per quanto riguarda la nostra conoscenza del mondo esterno, per quasi quattro quinti del totale delle nostre percezioni ricevute mediante gli altri sensi. È quindi chiaro che fra le scienze che sono direttamente interessate al problema del riconoscimento automatico di forme, la psicologia (particolarmente un ramo detto di psicopittorica [4]), è molto sensibile ai progressi realizzati in quest'area dato che, mediante l'uso di algoritmi programmati su calcolatori che fanno analisi e misure su forme, si può rendere obiettiva tutta una serie di esperimenti realizzati sull'uomo e su come l'uomo interpreta certe forme. Da questo punto di vista i lavori precursori, per stabilire le caratteristiche informative di una forma, sono dovuti a ricerche sperimentali che hanno studiato i movimenti oculari [5] quando il soggetto osservava una forma, oltre a registrare i punti di fissazione sulla forma per dar poi una inter-

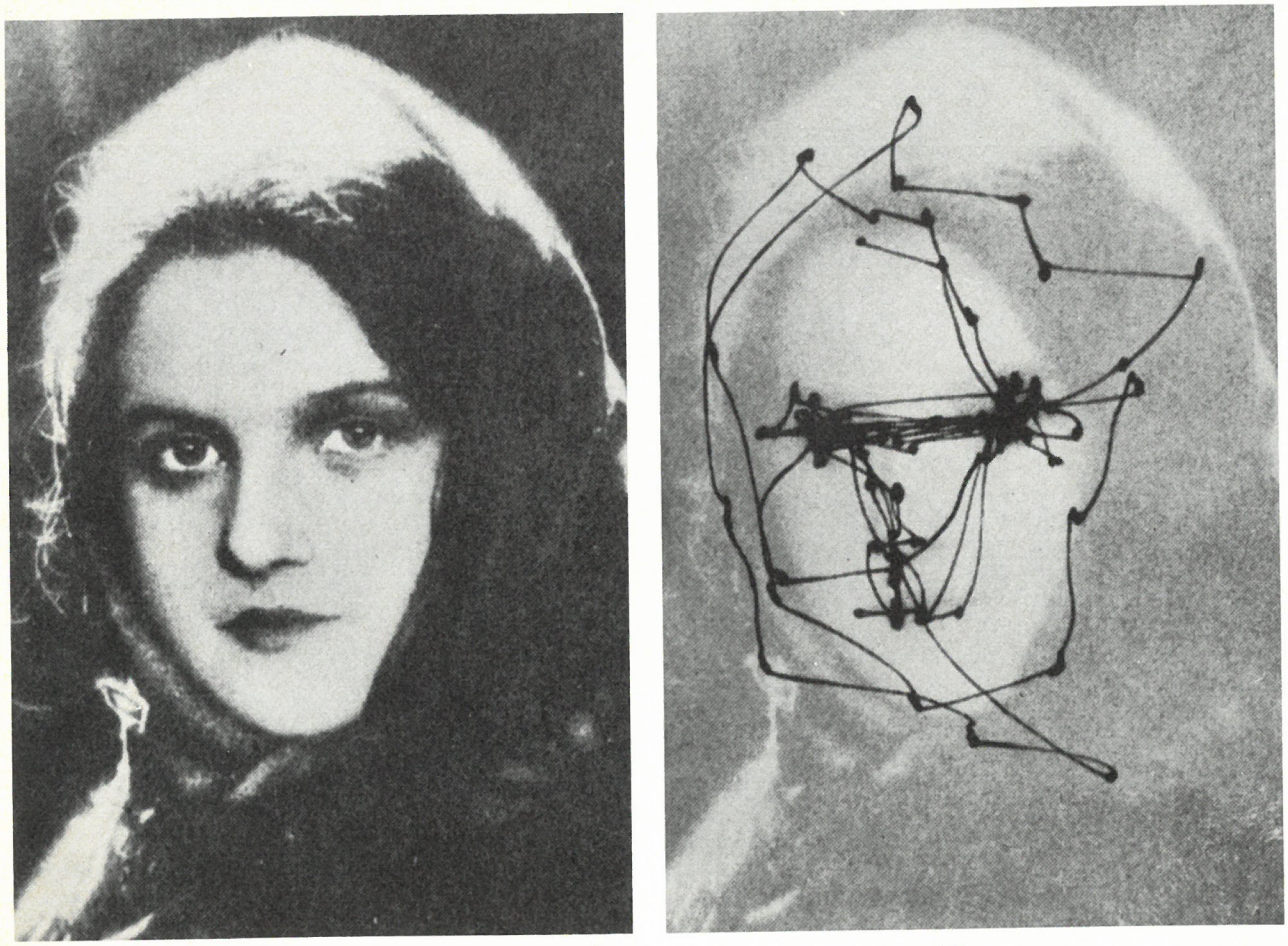


*Fig. 1 - Registrazione dei movimenti oculari di un occhio durante 2 minuti* [5].

prestazione del meccanismo percettivo. Si veda la figura 1.

Rimane in ultimo qualcosa che forse in tempi meno monetarizzati sarebbe stata la spinta iniziale e più significativa per lo studio del riconoscimento di forme, vale a dire la curiosità dell'uomo intesa come spinta interna per conoscere meglio se stessi ed il modo di agire, particolarmente se cerchiamo di capire come una serie di stimoli esterni ci condiziona e genera un nostro comportamento; ci riferiamo specificamente agli stimoli visivi con tutte le loro implicazioni psichiche, culturali ed affettive dato che esse sono tutte biologicamente inscindibili.

Abbiamo stabilito all'inizio, in modo implicito, una identità fra « riconoscere » e « classificare » intendendo quindi che l'attività umana che consiste nel « capire » il contenuto informativo di una forma (sia essa un carattere alfanumerico, il viso della madre, la fotografia di una nave, una nuvola nel cielo) possa identificarsi nella attività meccanica di un calcolatore che attribuisce una forma incognita ad una classe fra un insieme di classi definite a priori [6]. In questo schema interpretativo dell'attività di riconoscere viene subito imposta la definizione di classe che, per quanto riguarda l'operazione umana, è in genere costruita lungo lo stesso processo di riconoscimento. Ad esempio riconoscere la « a » manoscritta comincia il giorno stesso che, in prima elementare, si illustra (mediante esempio) una « a » corsiva, si scrive, si vedono altri esempi e così via fino a costruirsi mentalmente la classe delle « a » corsive in modo da generare nella memoria una serie di possibili variazioni sul tema (archetipo della « a »), che si arricchiscono ad ogni nuova « a » corsiva vista sulla carta e che servono ad aumentare la probabilità di riconoscimento corretto della « a » corsiva. Quindi il problema di definizione della classe è legato al tipo di forme in esame ed alla conoscenza di queste dal punto di vista della loro caratterizzazione mediante un insieme noto di misure.

## 2. Il riconoscimento

Consideriamo, così come avviene in pratica, che una « classe » di oggetti sia caratterizzata dal fatto che questi oggetti hanno molte caratteristiche simili (ad esempio la classe dei mammiferi, degli inglesi, dei piloti). Non è sempre facile esprimere queste caratteristiche (proprietà) in modo quantitativo e quindi la formalizzazione di un processo di descrizione di forme e della loro classificazione automatica risente di questa difficoltà di quantificazione. D'altra parte, classificare un oggetto, vuole dire eseguire un confronto fra i valori numerici che esprimono le proprietà di questo oggetto quantitativamente e quelli, ad esempio « medi », di diverse classi di oggetti pre-

ventivamente calcolati. La classe che ha valori « medi » più prossimi a quelli dell'oggetto sarà considerata quella di appartenenza.

L'approccio classico [7] alla descrizione di un processo automatico di classificazione di forme è il seguente: si considerino un insieme finito di forme da classificare, un numero ristretto di classi, un insieme n finito di misure sulle forme. Ogni insieme n di misure effettuate, produce in uno spazio ad n dimensioni, un punto. Ogni forma verrà quindi rappresentata in questo spazio da un punto ad n coordinate; considerando ora l'« ipotesi di compattezza » (vale a dire che forme appartenenti alla stessa classe si trovino vicine in questo spazio ad n dimensioni) troveremo che una possibile misura che esprima la appartenenza o meno di una forma incognita ad una classe è la distanza del punto che rappresenta la forma rispetto al baricentro (ad esempio) dei punti agglomerati (per l'ipotesi di compattezza) che sono stati il risultato delle precedenti misure e che rappresentano per ogni agglomerato una possibile classe. Se poi la descrizione ipergeometrica della forma mediante il punto, costruito con le coordinate ottenute dalle misure fatte in precedenza, sia corretta o meno dipende fondamentalmente dal tipo di misure scelte, vale a dire dalle caratteristiche che sono state ritenute significative [8], a priori.

Da qui nasce il problema di estendere questo approccio a casi generali facendo in modo che le caratteristiche significative possano estrarsi in modo automatico e non aprioristico. Molti sono stati i tentativi in questa direzione ma in genere i risultati non sono ottimali nella soluzione di problemi specifici così come si possono invece ottenere mediante un uso oculato dell'esperienza nel campo in questione ed una efficace collaborazione con i tecnici del settore: polizia scientifica per le impronte digitali, genetisti per i cromosomi, fisici dell'atmosfera per la metereologia, ecc. Oltre ad ottenere le caratteristiche significative in modo automatico si vorrebbe anche disporre di un processo, simulante un apprendimento [9], che migliori il proprio funzionamento via via che nuove forme vengono riconosciute correttamente, incorrettamente oppure vi siano dubbi e non possano classificarsi. Anche in questo senso si sono compiuti notevoli sforzi, sia modellando l'apprendimento da un punto di vista del comportamento di un organismo biologico che impara, sia con algoritmi che rendono più veloce la loro convergenza se partono da un insieme di dati via via maggiore. In questo senso una descrizione statistica dei dati del problema e del modello del riconoscitore è stata molto produttiva per potere trovare delle soluzioni generali e valide nella risoluzione di numerosi problemi di classificazione.

Nel primo caso la « legge del premio e castigo » è stata implementata in macchine di tipo Perceptron, nel secondo invece si trattava di imporre matematicamente la convergenza dell'algoritmo di classificazione man mano che le condizioni del passato immediato andavano cambiando. A questo tipo di lavori, che cercava per via matematica di dare una soluzione generale ad una schematizzazione del problema del riconoscimento di forme, si aggiunse negli anni sessanta una scuola, detta linguistica, che sosteneva che il problema cardine era quello della descrizione [10], che le forme non erano altro se non elementi di un linguaggio naturale con delle proprie regole di codifica dell'informazione e di sintassi. Si trattava quindi di scoprire le suddette regole, di enucleare le sottostrutture presenti in ogni forma così come la teoria della Gestalt ritiene che soltanto con delle unità inscindibili noi possiamo percepire (e quindi riconoscere) delle forme complesse. Trovare e formalizzare il valore del contesto (così come nella lingua naturale), dare delle regole di grammatica delle immagini e di composizioni possibili degli elementi minimi dei quali si compongono le immagini (qualcosa di simile alle sillabe delle parole di una lingua naturale) furono i compiti che i « linguisti » si assegnarono immediatamente. Si studiò quindi anche il modo umano di descrivere una forma o ancora meglio, una scena composta di più forme, per vedere quanto si potesse apprendere sull'analisi di elencazione degli elementi significativi che si vedono naturalmente in una scena. Dopo un iniziale ottimismo che contrapponeva i « linguisti » ai « geometrici » si vide che i problemi erano in realtà più vasti e che più che un approccio ci voleva da una parte una filosofia e dall'altra un miglior uso degli strumenti tecnici a disposizione in modo da analizzare più a fondo le fasi intermedie dell'intero processo di riconoscimento.

In questo modo si pensò di integrare i due approcci e diversi congressi internazionali [11, 12] furono dedicati a questo tipo di integrazione. Man mano che il problema generale del riconoscimento di forme veniva scisso nelle sue componenti essenziali: acquisizione (con relativa digitalizzazione), pre-elaborazione, estrazione delle caratteristiche significative e classificazione, nacquero le specializzazioni all'interno di ogni componente in modo da potere esplorare, fin dove possibile, sia il formalismo matematico che la descriveva sia l'uso degli strumenti impiegati nell'implementazione di ogni fase del processo.

## 3. L'acquisizione

Per quanto riguarda questa prima fase, si costruirono moltissimi strumenti composti essenzialmente di un tubo di conversione opto-elettronica, di un sistema opportuno di scansione e di un convertitore analogico-digitale che potesse fornire al calcolatore un segnale discreto che rappresentasse per ogni punto della forma analizzata il valore medio del livello di grigio della areola-intorno del punto considerato. Le scale dei livelli di grigio potevano essere lineari o logaritmiche, il numero dei livelli generalmente potenze di 2 e tipicamente 32, 64, 128 livelli. I tubi impiegati [13]: intensificatore d'immagine, plumbicon, fotomoltiplicatore, oppure sistemi a flying spot. Questi ultimi leggevano la forma su di una trasparenza che veniva investita dalla luce prove-

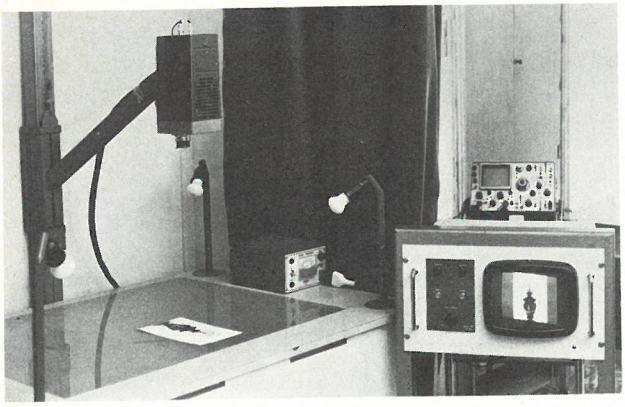


*Fig. 2 - Sistema di acquisizione e digitalizzazione mediante telecamera (VIP - Video Input Processor).*

niente da un tubo a raggi catodici che realizzava la scansione con un fascio di elettroni particolarmente intenso e ben collimato. La luce di questo punto attraversava la trasparenza (negativo) e sul fotomoltiplicatore si aveva un segnale direttamente proporzionale all'intensità della luce nel punto di attraversamento della trasparenza. Altri sistemi comprendevano tamburi rotanti attorno ai quali si disponeva la trasparenza; con un movimento del tamburo attorno al suo asse principale, si generava una scansione ad elica che su di un opportuno fotosensore, impressionato dalla luce che attraversava la trasparenza, produceva il segnale analogico desiderato. Tutti questi sistemi, compresi quelli televisivi (si veda la figura 2), furono progettati per particolari applicazioni, da quelle di tipo biomedico, e quindi collegate alla digitalizzazione di preparati per microscopio ottico, a quelle di tipo meno specializzato che richiedono grande variabilità nel supporto della forma da digitalizzare, per trasparenza o riflessione, di dimensioni variabili fra il fotogramma di un film a 35 mm fino a radiografie di 50 x 50 cm. Certi problemi connessi con la strumentazione d'ingresso sono generali come il rapporto segnale-rumore del segnale video, i tempi necessari per la scansione, la velocità di conversione analogico-digitale, il collegamento on-line con il calcolatore; altri invece sono di tipo particolare secondo l'applicazione e riguardano il tipo di forme da digitalizzare, il trasporto di una serie di queste forme (su film, su diapositive, su fotografie, ecc.), il numero di punti necessari per avere il dettaglio voluto, il numero di livelli di grigio richiesti per una buona descrizione del materiale, ecc. In fig. 3a) si può osservare la fotografia di un oggetto, in 3b) la sua digitalizzazione e rappresentazione con i numeri indicanti i livelli di grigio.

## 4. La pre-elaborazione

Sugli elementi ottenuti ci sono ora diverse questioni da chiarire per determinare in modo completo quali distorsioni vengono introdotte sulla immagine digitalizzata dal sistema di acquisizione. È in questo particolare settore che si sono sviluppati gli algoritmi detti di « restaurazione », che a partire dalle caratteristiche del sistema di ingresso, riescono a ripristinare delle informazioni perse durante l'acquisizione sostanzialmente agli estremi della banda passante, vale a dire alle basse ed alle alte frequenze: livello medio di grigio e piccole variazioni nei contorni rispettivamente. Quest'area di lavoro corrisponde alla tecnica di restaurazione d'immagini [14] indipendenti dal contesto ed impiega quindi algoritmi di natura globale (su tutti gli elementi che compongono l'immagine discreta), sfruttando sostanzialmente l'analisi in frequenza dello stesso tipo di quella usata nella teoria dei circuiti e dei filtri lineari.

In questa seconda fase, detta di pre-elaborazione, dobbiamo considerare i seguenti fattori come quelli che più influenzano la scelta degli algoritmi: il materiale digitalizzato, la conoscenza a priori di questo materiale, lo scopo che si vuole raggiungere, il grado di automazione e di ottimizzazione che si vuole ottenere, la disponibilità di memoria e di tempo sul sistema di calcolo. Dopo un esame accurato di questi fattori verrà impostato il lavoro di pre-elaborazione che equivale ad una riorganizzazione dei dati numerici ottenuti dalla fase precedente (acquisizione), ad una eliminazione dei dati superflui, ad una codifica opportuna di quelli rimasti, e ad un insieme di operazioni che renderanno più agevole la successiva elaborazione ed ispezione dei risultati parziali ottenuti durante il processo. Un tipico lavoro svolto durante la pre-elaborazione è quello di stabilire una soglia (sul livello di grigio) che consenta di eliminare un certo numero di elementi in quanto non appartengono agli oggetti che si vogliono analizzare (elementi sotto soglia), mentre gli altri (quelli che superano la soglia) vengono riconsiderati in modo da assumere un certo significato nell'ambito della successiva elaborazione. È chiaro che il compito fondamentale di questa fase è quello di stabilire, in funzione delle immagini considerate, il valore di soglia sul quale eseguire poi il taglio. Questo valore può scegliersi in diversi modi [15] uno dei quali è quello di considerare l'istogramma dei valori di grigio di tutti gli elementi dell'immagine, cioè un diagramma che ha in ascisse il numero corrispondente al valore di grigio e in ordinate il numero di elementi dell'immagine che hanno quel valore di grigio (si veda la fig. 4). Una volta ottenuto l'istogramma dei valori di grigio si considera come soglia il valore di grigio che si trova in corrispondenza del minimo dell'istogramma (la « valle », non sempre unica), in genere compreso in una zona intermedia fra il bianco ed il nero. Noto questo valore, si riesce ad isolare nell'immagine solamente quegli oggetti che sono d'interesse e su questi verranno fatte le misure che corrispondono alla elaborazione vera e propria, vale a dire, l'estrazione delle caratteristiche significative. Vi è anche un altro settore di tecniche che riguardano la pre-elaborazione e che si propongono di minimizzare, per quanto possibile, gli effetti del rumore sia quello dovuto alla digitalizza-

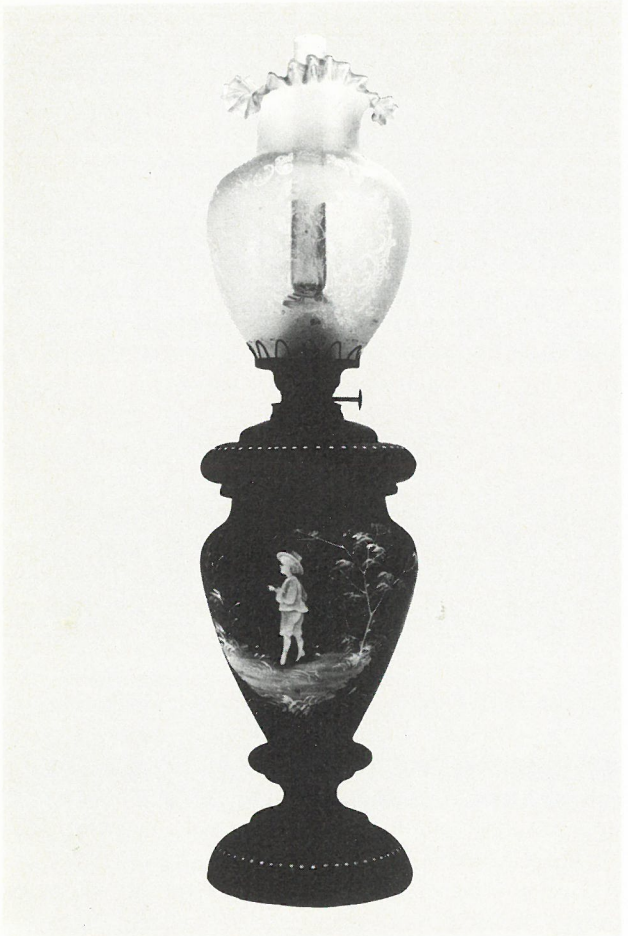


*Fig. 3a - Fotografia di un vaso.*

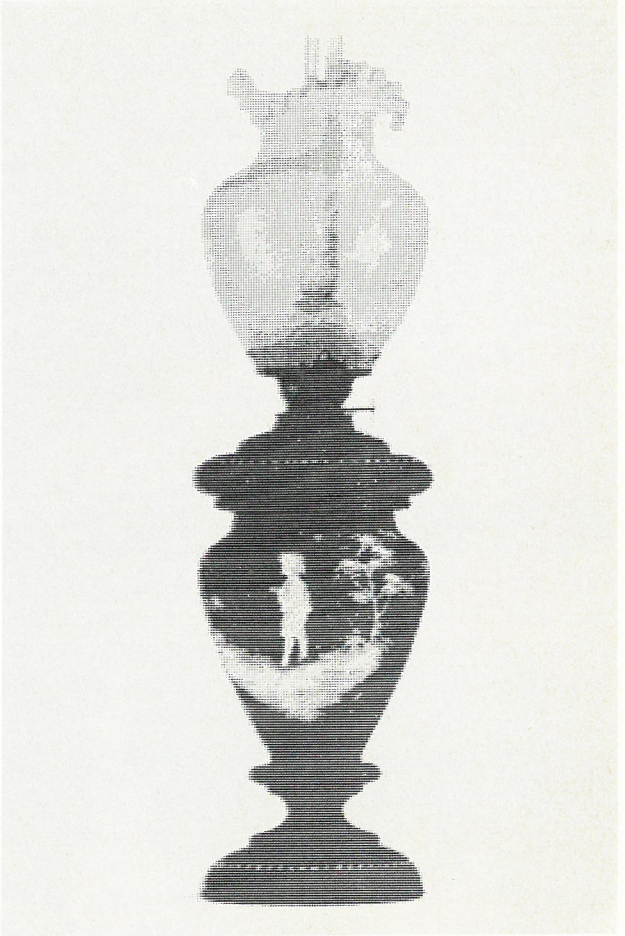
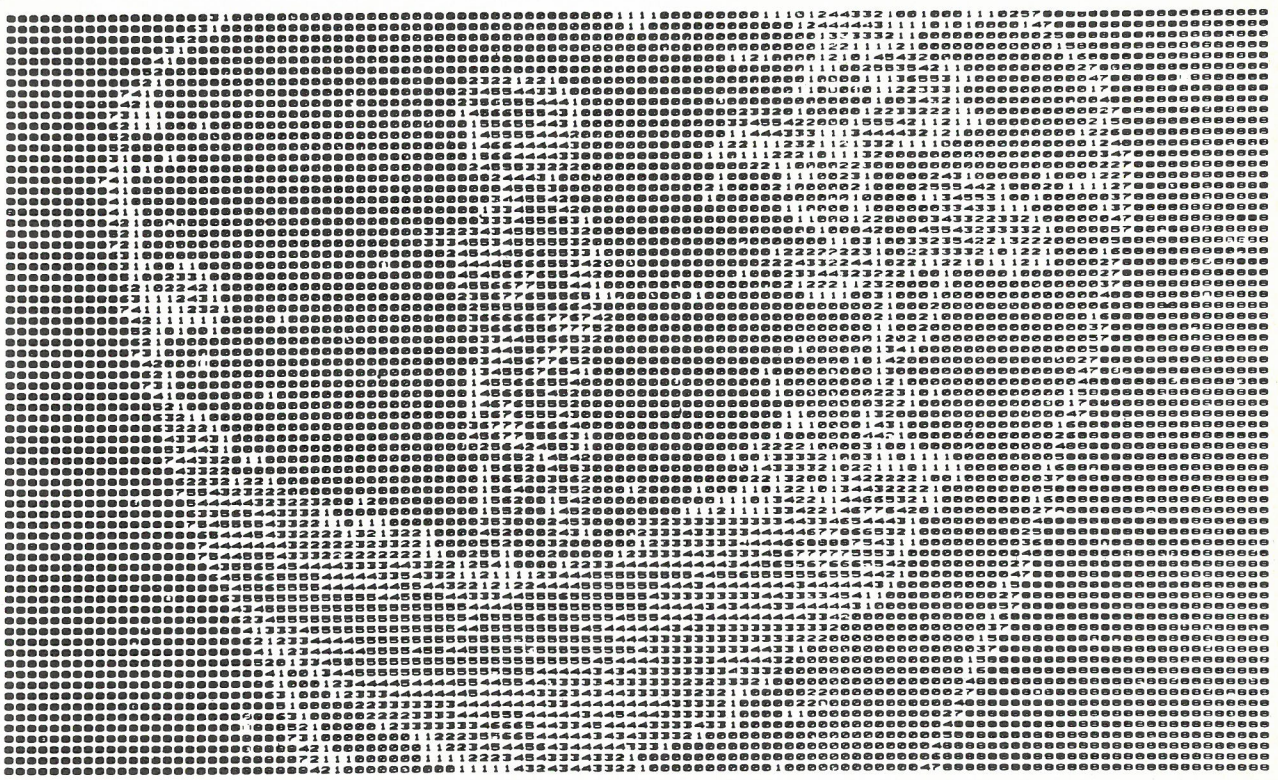


*Figura 3c - Versione digitalizzata e stampata con caratteri alfanumerici con annerimenti medi proporzionali ai livelli di grigio [8].*

*Fig. 3b - Versione digitalizzata e stampata con numeri proporzionali ai livelli di grigio (particolare).*



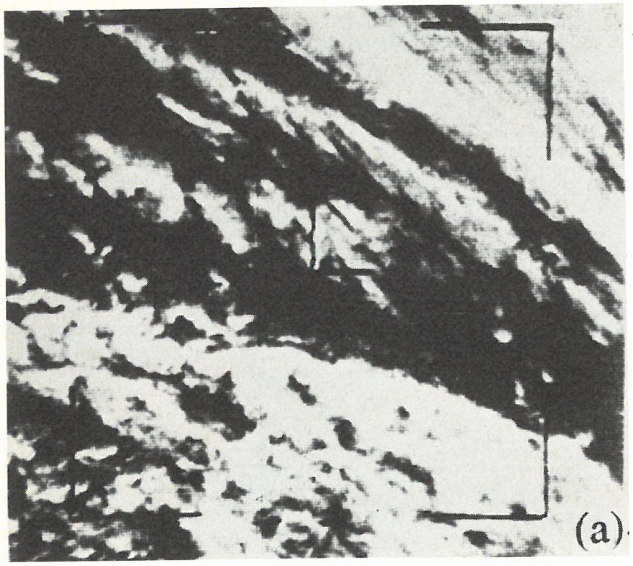



*Fig. 4a - Immagine digitalizzata a 32 livelli.*

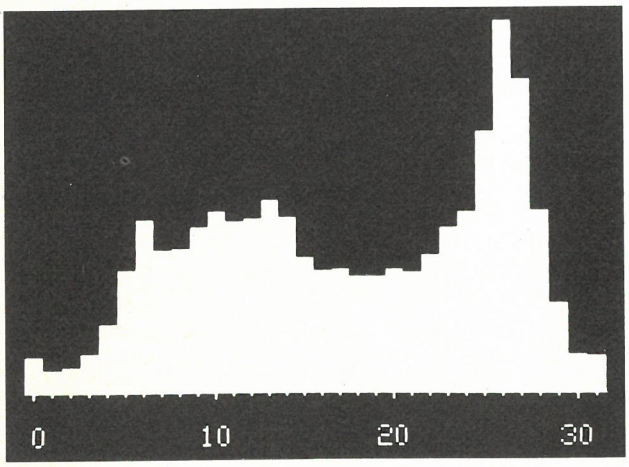
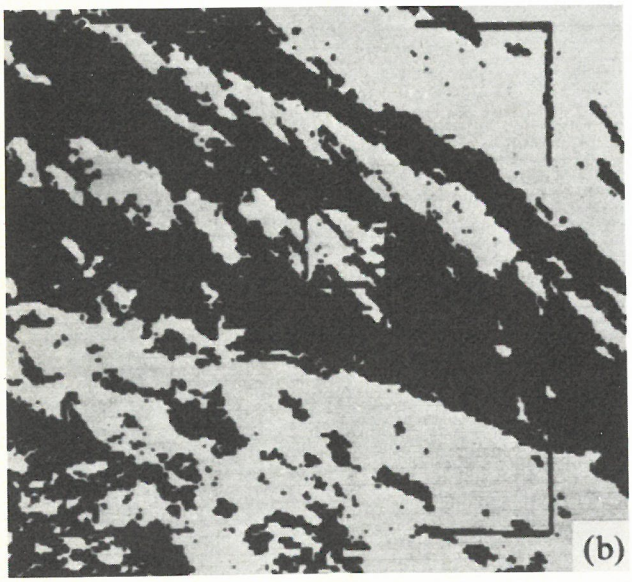



*Fig. 4a$_1$ - Istogramma della distribuzione dei livelli di grigio nella immagine 4a.*

*Fig. 4b - Immagine binaria con la soglia fra i livelli 17 e 18 corrispondente alla valle dell'istogramma di figura 4a$_1$ [15].*




zione, sia di quello più generale dovuto ad imperfezioni nella forma originale o ad effetti spuri nel sistema di acquisizione. Queste tecniche, chiamate di « esaltazione » (enhancement) raggiungono fondamentalmente due risultati diversi e non in contrasto fra di loro: lo smussamento (smoothing) che serve per fornire ai contorni degli andamenti più regolari (eliminazione di piccole anfrattuosità generate nella digitalizzazione) e l'affinamento (sharpening) che serve per fare risaltare meglio i piccoli dettagli presenti nell'immagine. La prima viene implementata mediante una operazione locale che trasforma il valore numerico dell'elemento (il suo valore di livello di grigio) in funzione del valore degli elementi vicini ad esso (generalmente i suoi otto vicini), facendo una specie di media aritmetica di questi valori e sostituendo questo valore di media al valore originale. Questo viene fatto indipendentemente su ogni elemento dell'immagine discreta in modo che valori ottenuti lungo il processo non incideranno mai nel calcolo di valori futuri, fino a che tutti gli elementi saranno stati trasformati. In questo procedimento si vede chiaramente come il contesto locale sia più significativo del valore del singolo elemento per stabilire il suo vero livello di grigio. In questo modo, ad esempio, il rumore presente in singoli elementi sparisce così come spariscono anche i valori nulli (bianco) presenti in contesti scuri (grigio-nero) equivalenti a « buchi » di rumore. Per quanto riguarda invece l'affinamento, esso consiste nel realizzare l'equivalente di una derivata (e quindi una operazione di rapporti incrementali sul discreto) di tipo bidimensionale. Infatti si parla di Laplaciano o di altre varianti secondo come vengono considerati in segno e posizione i valori di grigio di elementi vicini. Si ottiene un nuovo valore di grigio che è funzione della massima differenza relativa fra quello dell'elemento considerato e quello di un elemento suo vicino (ad esempio orizzontale e verticale). Come si è detto, queste due operazioni non sono in antitesi, innanzitutto perché gli intorni considerati sono diversi, poi perché vengono fatte in successione (al risultato di una di esse si applica l'altra) e poi perché hanno scopi diversi e non contrastanti. Purtroppo queste operazioni, anche se ben motivate in teoria, possono dare luogo a risultati molto negativi in pratica se non si tiene conto delle caratteristiche particolari del problema.

Si pensi ad un affinamento di elementi singoli ad alto livello di grigio e quindi all'esaltazione del rumore invece che alla sua eliminazione. Come si vede da questo semplice esempio è molto difficile elaborare procedimenti del tutto generali. Come altro esempio di compito eseguito durante la pre-elaborazione possiamo citare quello di estrarre le « componenti connesse » di una immagine. Una componente connessa è definita come un insieme di elementi tale che per qualunque coppia di elementi dell'insieme, esiste sempre un percorso che li colleghi costituito da elementi adiacenti (con un lato od un vertice in comune). Una volta individuate le componenti, esse

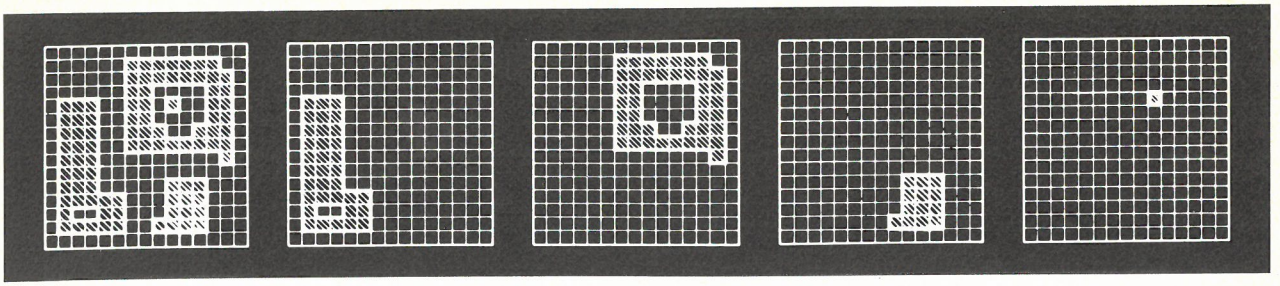


*Fig. 5 - Estrazione delle componenti connesse in una immagine binaria* [24].

verranno etichettate con un particolare simbolo (uno per ogni componente) in modo da poter essere considerate indipendentemente una dall'altra. Anche in questo caso bisognerà costruire degli algoritmi che, combinando opportunamente la scansione dell'immagine con un metodo per l'estrazione delle componenti connesse, forniscano il risultato voluto. Questo procedimento può iterarsi cambiando il simbolo che identifica il primo oggetto nell'immagine in modo da ottenere un secondo oggetto descritto da un nuovo simbolo e così via fino ad esaurire il contenuto dell'immagine. Consideriamo questo come lavoro di pre-elaborazione in quanto l'oggetto dell'elaborazione viene solamente prelevato ed inserito su di una nuova matrice senza che su di esso si siano eseguite delle misure. Si veda l'esempio della figura 5.

## 5. L'elaborazione

Dopo che si sono realizzati questi processi preparatori, comincia la fase di elaborazione vera e propria, che può diventare tanto complessa quanto difficile è l'obiettivo che ci si è proposti. Per dare una idea del campo di variazione, possiamo considerare da una parte il controllo automatico della lavorazione di un prodotto industriale [16] e dall'altra la descrizione e riconoscimento di una scena naturale all'aperto [17] a colori. Nel primo caso abbiamo solamente bisogno di effettuare delle misure di tipo metrico, mentre nel secondo viene richiesto un repertorio di possibili caratteristiche che a priori non sono facilmente definibili esplicitamente.

Un compito che è stato affrontato da molti anni perché commercialmente importante è quello del riconoscimento automatico [18] degli indirizzi per lo smistamento della corrispondenza in arrivo ad un ufficio postale. Naturalmente si è cominciato a pretendere delle norme sulla scrittura (vedasi l'introduzione dei codici di avviamento postale), l'uso di caratteri stampati (che avviene già per la maggior parte dei pezzi di corrispondenza), il posizionamento sulla busta dell'indirizzo, ecc. Un vocabolario dei Comuni (o delle città, secondo i paesi) con il quale potere confrontare il testo letto ed, ancora meglio, l'uso del contesto nella parola per potere correggere eventuali errori nella scrittura dell'indirizzo, sono tra i tipici fattori che possono facilitare tale compito. Poi si è passati a cercare di riconoscere la scrittura manuale in stampatello, pezzi di corrispondenza di qualsiasi formato e dimensione (dalle cartoline postali fino ai pacchi stampe) e così via fino a costruire sistemi estremamente flessibili e veloci (con trasporto meccanizzato dei pezzi) che consentano la soluzione economica di questo problema con l'impiego di minicalcolatori [19].

Con lo sviluppo dei satelliti per scopi molto diversificati quali la metereologia( Nimbus), l'analisi delle risorse terrestri (ERTS), le comunicazioni, ecc. sono anche nati dei problemi connessi con l'analisi automatica delle immagini che vengono scattate dai satelliti in orbita [20], migliaia in successione, su diverse zone dello spettro visivo, e che poi vengono trasmesse a terra. È interessante notare come in questo tipo di applicazioni è particolarmente importante ridurre nella pre-elaborazione la quantità di dati superflui dato che un'immagine di 1024 elementi per 1024 a 64 livelli di grigio implica già oltre 6 milioni di bits! Nella fase finale del processo, quando si vogliono interpretare i risultati ottenuti dalla classificazione o dalla elaborazione vi sono diverse possibilità di visualizzazione connesse con l'organo periferico di uscita del sistema di elaborazione.

Il sistema più comune è quello di impiegare una stampante che sfrutta i caratteri alfanumerici per rappresentare i diversi valori di grigio. Si osservi la figura 3c). Così, ad esempio, per rappresentare un elemento di un'immagine di livello di grigio molto chiaro (vicino al bianco) si impiegherà un punto (.) mentre per un elemento molto scuro (vicino al nero) si impiegherà un carattere M o una sovrapposizione di caratteri M+I=M (overstriking) che complessivamente costituisca una zona annerita.

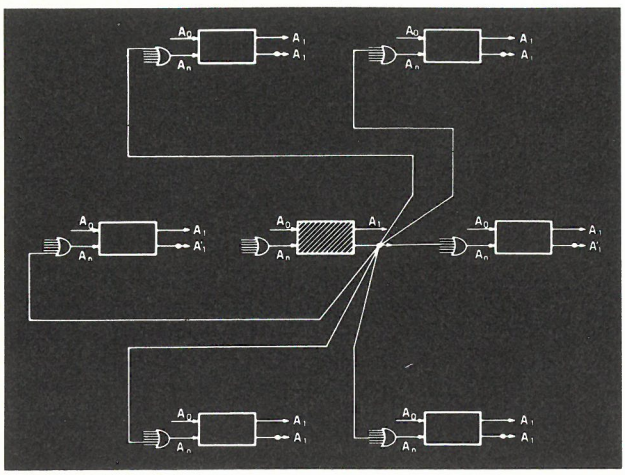
Così potremo visualizzare sulla stampa, in modo approssimativo, una immagine digitale a più livelli di grigio. Su di uno schermo oscilloscopico potrà invece sfruttarsi la dimensione del punto, l'intensità del punto o il numero dei punti all'interno di una zona, come modo per ottenere elementi più o meno chiari. Se usiamo un sistema che consenta la visualizzazione di 1024 x 1024 punti e vogliamo rappresentarne 526 x 526 a 4 livelli di grigio allora ad ogni elemento assegneremo un massimo di 4 punti per ottenere il valore più intenso di quell'elemento. Se invece il tubo non è a memoria e quindi può essere modulato in intensità avremo una conversione digitale-analogica per trasformare il livello di grigio digitale in un valore analogico di tensione che controllerà l'inten-

sità del fascio. Altrimenti, vi sono dei sistemi statistici che, sfruttando un generatore di numeri casuali [22], stabiliscono se un certo elemento andrà intensificato e ciò solo se supererà la soglia confrontando il suo valore di grigio con il numero casuale generato; logicamente più alto è il valore di grigio più probabile sarà che superi la soglia e quindi statisticamente avremo intensificato soltanto gli elementi con elevato valore di grigio.

## 6. L'elaborazione parallela

Vi sono due modi nettamente distinti di elaborare la informazione, nel nostro caso quella pittorica, che vengono chiamati rispettivamente seriale e parallelo. Il primo coincide con quanto abbiamo detto fin'ora e si avvale dei calcolatori digitali normali, siano essi di grandi o medie dimensioni. Il secondo, che richiede delle macchine speciali, delle quali vi è soltanto qualche prototipo [23], consiste nel considerare ogni elemento della macchina (che contiene informazione riguardante un elemento dell'immagine) come un piccolo calcolatore che memorizza, elabora, accetta informazione e la fornisce ai suoi 8 elementi vicini sulla matrice della quale fa parte (si veda la figura 6). Non è questa la sede per descrivere il funzionamento di una macchina parallela ma vogliamo semplicemente dare qui qualche indicazione, sia perché queste macchine avranno sicuramente una loro collocazione fra i sistemi di elaborazione (non soltanto pittorica), sia perché le nuove tecnologie di circuiti integrati su larga scala faranno scendere i costi ed aumentare l'affidabilità di tali macchine in un tempo dell'ordine di pochi anni. Una macchina parallela può memorizzare un'immagine discreta a più livelli, effettuare su di essa delle operazioni locali dove lo stato futuro (trasformato) di ogni elemento è funzione solamente del suo stato e di quello dei suoi vicini; queste operazioni locali verranno eseguite simultaneamente ed indipendentemente su tutti gli elementi della macchina. Detta macchina potrà realizzare queste operazioni (su tutta la matrice) in tempi dell'ordine di un microsecondo e quindi, ad esempio, estrarre tutti i contorni di oggetti presenti sulla matrice in un microsecondo. Siccome la macchina contiene diversi registri e può anche fare propagare dei segnali lungo gli elementi, anche secondo direzioni privilegiate, è chiaro che il tipo di operazioni che essa può eseguire è estremamente vasto. Potranno eseguirsi, tipicamente, tutte le funzioni booleane fra lo stato dell'elemento e quello dei suoi otto vicini, e tutto un insieme di operazioni aritmetiche sui valori contenuti negli elementi della matrice. Essi possono organizzarsi sia sulla matrice per colonne (numeri binari, uno per colonna), sia su di un insieme di matrici ognuna delle quali contiene un piano, che rappresenta un bit di un numero che andrà letto per colonne perpendicolari ai piani suddetti. In sintesi, tali macchine possono programmarsi con un linguaggio molto vicino all'operazione elementare (locale) e con ogni coppia di istruzioni, una per il caricamento (LOAD), l'altra per l'elaborazione (PROCESS), potrà definirsi un processo di elaborazione; finalmente con l'aggiunta di una ulteriore istruzione, di ramificazione (BRANCH), si potrà disporre di un test per stabilire se iterare la procedura o fermarsi e quindi implementare dei cicli ripetitivi di sottoprogrammi. Ciò nonostante vi sono delle trasformazioni su immagini che risultano impiegare tempi simili sia per macchine seriali che per macchine parallele, ed anzi, si può dimostrare che questi tempi, dipendono essenzialmente dal tipo di compito che ci si propone di realizzare; più in generale: o linearmente o quadraticamente rispetto al lato della matrice che contiene l'immagine [24].

*Fig. 6 - Elemento di memoria e logica di una macchina parallelo di tipo CLIP [23].*



## 7. Previsioni per il futuro

Possiamo ora cercare di stabilire quali saranno i futuri risultati in questo settore e verso dove verranno diretti gli sforzi maggiori. Tra i possibili campi applicativi possiamo indicare un settore che, considerando la registrazione di suoni vocali come immagini da elaborare, sfrutta le tecniche esposte sommariamente in precedenza; in diverse applicazioni sia l'analisi che la sintesi della voce hanno notevoli possibilità di impiego. Secondo la previsione degli esperti [25] si avranno nei prossimi anni: lo sviluppo di apparecchi che riconoscano le parole pronunciate da una persona, per poterle poi scrivere o impiegare nel controllo di altre macchine; dispositivi che eseguono operazioni contabili con ingressi di tipo fonico; sistemi di trasmissione di immagini via collegamenti telefonici allo scopo di documentare un sistema di vendite per corrispondenza gestito in modo automatico da un calcolatore; sistemi per prenotazione automatica di posti e quindi dispositivi di emissione di suoni che possano rispondere a domande fatte da utenti telefonici per servizi di vario genere; sistemi didattici che sfruttino grafici generati da calcolatore per illustrare in modo adatto ad ogni studente secondo le sue capacità, particolari di un corso specifico; film di animazione generati da calco-

latore; progettazione interattiva di strutture architettoniche, design, ecc. con l'aiuto di programmi particolarmente costruiti per la gestione di immagini in due, tre dimensioni, in movimento, ecc. Tutte queste cose non sono prodotto di fantascienza ma sono già in via di concreto sviluppo e bisognerà aspettare pochi (5-10) anni per vederle concretamente sul mercato.

Vi sono inoltre organizzazioni che possono, mediante un'analisi di dati prevalentemente pittorici, effettuare degli studi sulle risorse minerarie e la geologia, sulle foreste, sull'agricoltura, sulla pianificazione nell'uso della terra e della sua gestione (semine), sulla protezione ambientale, sull'ecologia e la salute pubblica (epidemie, rapporti con l'ambiente, ecc.), risorse marine e gestione delle acque, misure atmosferiche e modelli di zone atmosferiche.

Ma al di là delle tecniche impiegate, delle macchine che vengono sviluppate per risolvere specifici problemi, bisogna considerare lo sviluppo scientifico, con il conseguente risvolto applicativo, che questo tipo di attività porta appresso. In questo senso possiamo indicare due filoni principali come quelli che meglio verranno arricchiti dal lavoro svolto in questi ultimi vent'anni: il primo riguarda uno dei problemi chiave della conoscenza del mondo esterno, quello della misura su immagini pittoriche, vale a dire assegnare un numero a delle proprietà che sono attualmente definite mediante espressioni che appartengono ad un linguaggio naturale e quindi possiedono un vasto alone semantico; il secondo, quello dell'approfondimento del rapporto che intercorre fra il modo di funzionare del sistema nervoso con i suoi diversi organi di ingresso (primo fra tutti quello della visione) e quello dei calcolatori (associati ai loro programmi) nella risoluzione degli stessi problemi, cercando di sfruttare al meglio le loro possibilità fisiche e logiche né più né meno di come fa l'uomo in modo inconscio. Il campo applicativo che appare oggi il più vasto per lo sviluppo del riconoscimento di forme è quello della biomedicina [26] dove è bene fare qualche esempio a titolo illustrativo.

Nel campo della cariotipizzazione automatica di cromosomi [27] si lavora già da molti anni. Il problema della loro ripresa (campioni non sovrapposti), digitalizzazione, misura (centromero, assi principali, ecc.) e successiva cariotipizzazione è risolto in gran parte ma non ancora applicato su scala clinica. Probabilmente un approccio sistemistico a questo problema potrebbe ottimizzare la sua soluzione adoperando il calcolatore e l'uomo nei posti giusti della catena di elaborazione. L'automazione del test di Papanicolao [28] che in modo piuttosto affidabile, stabilisce la presenza o meno di un tumore nell'utero, è un problema di difficile soluzione, sia per l'organizzazione e visualizzazione dei preparati che per la loro successiva analisi; ciò nonostante in diversi paesi si sta lavorando attivamente su questo tema.

La ispezione di radiografie [29] (ad esempio del torace) per l'individuazione di tumori, il conteggio automatico di cellule bianche nella analisi del sangue [30], il conteggio di cellule in preparati istologici di particolari tessuti, sono tutti problemi che vengono affrontati ma, per ora, con successi parziali. La maggiore difficoltà per il buon esito di queste ricerche applicative, dove bisogna combinare le tecniche di elaborazione e di riconoscimento di forme con le conoscenze biomediche, sta in due punti chiave: la chiara conoscenza e definizione del problema biomedico inquadrata nella sua futura utilizzazione in ambiente clinico (test di massa) e la collaborazione fra specialisti operanti nei due settori, affinché vengano adottate le soluzioni più utili dal punto di vista del problema e non dal punto di vista dell'utilizzazione del calcolatore, dell'eleganza algoritmica o del successo accademico. Probabilmente queste osservazioni sembrano lapalissiane ma, a chi scrive, che ha avuto modo di osservare da vicino, in diversi paesi, gruppi che lavorano in questo settore, sono apparse pertinenti e significative. Tutto questo però porta ad insegnamenti per una programmazione della ricerca nel nostro paese, ricerca che porti un contributo scientifico unito ad un insieme di prospettive di applicazione sociale, così come dovrebbe avere ogni programma che contempli l'uso di grossi mezzi finanziari della comunità.

Per concludere, vorrei sottolineare la crescente importanza delle ricerche interdisciplinari, in questo caso della elaborazione e riconoscimento di forme, per una migliore utilizzazione degli strumenti tecnologici nella ricerca applicata. Soltanto mediante l'abolizione delle barriere tra le discipline accademiche che distinguono, a livello dei corsi di insegnamento, la Matematica, la Fisica, le Scienze dell'Informazione, si potrà sviluppare un'attività che richiede conoscenze di più fonti e che si basa soprattutto su una spregiudicata visione degli oggetti stessi della elaborazione, cioè delle forme naturali.

## 8. Bibliografia


[1] A. DE LUCA, L.M. RICCIARDI - *Introduzione alla Cibernetica*, F. Angeli, Milano, 1971.

[2] *Proceedings of the International Conference on Programming Flying Spot Devices*, Brookhaven, 1960.

[3] *Proceedings of the Compcon Spring 75 - Computer Technology to Reach the People* - IEEE Computer Society, Long Beach, Calif. USA.

[4] *Picture Processing and Psycho-pictorics*, editori B.S. Lipkin e A. Rosenfeld, Academic Press, New York 1970.

[5] A.L. YARBUS - *Eye Movements and Vision* - New York Plenum Press, 1967.

[6] N.J. NILSSON - *Learning Machines* - New York McGraw Hill, 1965.

[7] R.O. DUDA, P.E. HART - *Pattern classification and scene analysis* - New York John Wiley and Sons, 1973.

[8] M.D. LEVINE - *Feature extraction: a survey* - Proc. IEEE 49, 8-30, 1961.

[9] A.A. DOROFEYUK - *Automatic classification algorithms (review)* - Automation and Remote Control, 32, 1928-1958, Dec. 1971.

[10] A. NARASIMHAN - *On the description, generation and recognition of classes of pictures* - in Automatic Interpretation and Classification of Images, 1-42, A. Grasselli, ed. New York Academic Press, 1969.

[11] *Proceedings of the IFIP Working Conference on Graphic Languages*, Vancouver, Canada, May 1972, edit. F. Nake, A. Rosenfeld, North-Holland, London, 1972.

[12] *Proceedings of the First International Joint Conference on Pattern Recognition*, Washington, 1973, IEEE, New York.

[13] G. PALMIERI - *Image devices for pattern recognition* - Pattern Recognition Vol. 3, no. 2, 1971.

[14] S. LEVIALDI - *Tecniche per l'elaborazione di immagini* - Alta Frequenza N. II, Vol. XLIII, 923-930, 1974.

[15] A. ROSENFELD - *Picture processing by computer* - Academic Press Inc., New York, 1969.

[16] I.R. PARKS, D.A. BELL - *Sensory devices and industrial robots* - Conference on Electronic Control of mechanical handling - Nottingham University, 1971, IERE Publication no. 21.

[17] R. BAJCSY, L.I. LIBERMAN - *Computer description of real outdoor scenes* - Proc. 2nd International Joint Conference on Pattern Recognition, Copenhagen 1974, 174-179.

[18] A.W. HOTT - *Comparative religions in character recognition machines* - Computer Group News, Vol. 2, no. 6, 1968.

[19] L. STRINGA - *Mars: a hand and machine address reader implemented on a multimini based associative processor* - Proc. Second International Conference on Pattern Recognition - Copenhagen, 1974.

[20] *Digital Image Processing Capability* - Confidential Report, Earth Satellite Corporation, N.W. Washington D.C. 20006.

[21] I.A.G. MALÉ - *Dot spacing modulation for the production of pseudo grey scale* - Mullard Research Laboratories, Report 2888, 1973.

[22] C. CARLESI, U. MONTANARI - *Un programma per la gestione interattiva del sistema SADAF di digitalizzazione di immagini* - Atti del III Congresso Nazionale di Cibernetica e Biofisica S. Marino, 1974.

[23] M.J.B. DUFF - *Clip 3 - A Cellular Logic Image Processor* - Proc. NATO ASI, New Concepts and Technologies in Parallel Information Processing Capri, 1973, Noordhoff, Leyden, Olanda.

[24] L. CORDELLA, M.J.B. DUFF, S. LEVIALDI - *Image Processing: Serial or parallel* - Internal Report 1975.

[25] S. COLES, J. TENNENBAUM, O. FIRSCHEIN, M. FISCHLER - *Intelligent Machines are on the way* - Spectrum IEEE, Luglio 1974.

[26] K. PRESTON Jr., D. ROTOVITZ - *Automatic Citology, Automated Multiphasic Health Testing* - Engineering Foundation, New York, 1971.

[27] D. RUTOVITZ, J. CAMERON, A.S.J. FARROW, R. GOLDBERG, D.K. GREEN, C.J. HILDITCH - *Instrumentation and organization for chromosome measurement and karyotype analysis* - in Human Population Cytogenetics, University Press, Edinburgo, 1970.

[28] L. GAMBASSINI, G. GIACOMINI, G. MALTONI - *Nuove esperienze nella prevenzione del cancro dell'utero* - Leonardo Ed. Scientifiche, Roma 1965.

[29] E.L. HALL, R.P. KRUGER, S.J. DWYER III, D.L. HALL, R.W. McLAREN, G.S. LODWICH - *A survey of preprocessing and feature extraction techniques for radiographic images* - IEEE Trans. on Computers C-20, September 1971.

[30] J. PREWITT, B. BAYALL, M. MENDELSOHN - *The analysis of cell images* - Ann. N.Y. Acad. Science 128, 1966.

# Informatica e pianificazione regionale

SAMUELE BAIO
*Honeywell Information Systems Italia*
*Servizio Applicazioni*

## 1. La pianificazione: compito principale delle Regioni

Le Regioni, durante la fase di formulazione del proprio Statuto, si sono trovate tutte concordi nel definire il proprio compito come un compito prevalentemente pianificatorio. Esse cioè hanno individuato nella pianificazione il metodo per governare la comunità regionale, delegando agli Enti subregionali i compiti operativi.

Affinché però tutto questo non assuma un carattere verticistico, sono state previste opportune forme di partecipazione sia degli enti istituzionali subregionali che dei cittadini.

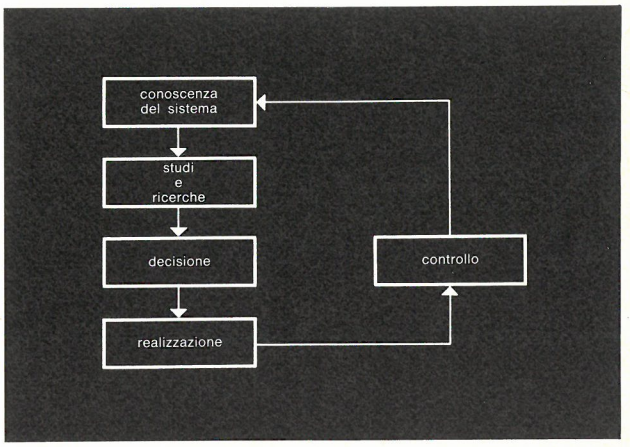
La Regione e gli Enti locali non possono essere considerati come organismi separati: essi costituiscono un sistema e cioè un insieme di parti che operano congiuntamente per uno scopo comune. Affinché una struttura organizzativa complessa di tal genere risulti efficiente in relazione agli obiettivi che si pone, è necessario che al suo interno siano costituiti collegamenti tra i vari elementi che la compongono, ed in primo luogo dei collegamenti di tipo informativo. Si legge, ad esempio, nel documento che accompagna il piano-bilancio 1974-75 della Regione Lombardia: « I rapporti tra la Regione, gli Enti locali e le forze sociali possono svolgersi nel modo più redditizio se assistiti da un ampio e facilmente accessibile sistema di informazioni. Per questo motivo la Regione si propone di promuovere più intensamente l'organizzazione e lo scambio dei dati sulla realtà sociale ed economica della Lombardia e delle sue componenti, le informazioni fondamentali sullo stato dei servizi e del territorio, sull'effetto degli interventi delle pubbliche amministrazioni operanti in Lombardia e sulle relative componenti finanziarie di spesa, in modo che sia consentito, a chi partecipa ai problemi della comunità, disporre di un quadro conoscitivo e interpretativo più chiaro dei problemi e delle situazioni, nonché dell'operato delle istituzioni.

L'esigenza di realizzare un livello maggiore di efficienza nell'attività svolta dalle strutture e dagli uffici della Giunta, pone d'altra parte in evidenza la necessità di offrire alla Giunta strumenti adeguati di lavoro, attraverso l'introduzione delle moderne tecniche gestionali, basate sull'impiego del calcolatore elettronico.

Si tratta infatti di realizzare la completa meccanizzazione di alcuni servizi, quali la gestione del personale e la ragioneria generale, e di snellire al massimo le procedure di esame delle pratiche: ma soprattutto si tratta di favorire i flussi di informazione tra le diverse unità operative e di creare un momento centrale di coordinamento dell'informazione stessa ».

Il momento conoscitivo è il primo e fondamentale momento della pianificazione; ad esso segue uno di studio e quindi — una volta presa una decisione — uno di controllo, il quale si ricollega al primo (fig. 1). Nel processo di pianificazione, il ruolo del calcolatore elettronico e delle metodologie ad esso collegate si connette strettamente al momento conoscitivo, di studio e di controllo. Esso infatti permette di costruire sistemi informativi che pongono in atto

*Fig. 1 - Fasi logiche della pianificazione.*



in modo economico ed efficiente le connessioni da istituire tra le varie parti del sistema. Inoltre, attraverso l'utilizzo di modelli di vario genere, esso « permette di superare le limitate capacità di comprensione di cui siamo naturalmente dotati, dato che il calcolatore è ovviamente più rapido, più accurato, più sistematico, non soggetto a stanchezza. Esso ci fornisce indicazioni di comportamento migliori di quelle di cui altrimenti disporremmo, non lasciandoci dubbi sulla loro preferibilità, anche se non riusciamo a renderci esattamente conto dei motivi di questa preferibilità. In altri termini il calcolatore, inserito in tempo reale nell'attività di governo del sistema diviene un lobo sussidiario del cervello di chi lo utilizza in quanto esso consente di sondare la natura degli elementi in esame al punto da consentire al sistema di sentire i problemi che, nel momento dato, attendono soluzione.

Nel nuovo modo di pensare reso possibile, anzi imposto, da un retto uso del calcolatore, anche l'errore, che l'evolversi del sistema continuamente rivela, non viene più considerato ai soli fini della necessaria correzione, ma anche come fatto rivelatore di una insufficienza di adattamento del sistema; esso diviene così stimolo al mutamento; il calcolatore ci costringe a un nuovo modo di pensare, nel senso che la nostra riflessione è il risultato di una nostra interazione con il nuovo strumento di cui oggi disponiamo; ed è per questo che non è corretto considerarlo una macchina simile a tutte le altre » [1].

Dopo aver parlato del metodo, delle interazioni tra la Regione e gli Enti locali e del ruolo del calcolatore, rimane da accennare all'oggetto della pianificazione.

Le materie di competenza regionale sono definite dalla Costituzione ed esplicitate nei Decreti Delegati. La Regione può intervenire — totalmente o parzialmente in relazione alle deleghe — su tutto ciò che riguarda l'aspetto territoriale, sociale ed economico del governo della comunità. Si vedrà in seguito, in modo sintetico, quali siano questi campi di intervento.

Occorre qui notare come le competenze regionali siano in via di definizione in modo dialettico con il potere centrale dello stato, e non per dei dettagli: questo genera una fascia di incertezza che non giova certo alla operatività della Regione.

## 2. La struttura organizzativa regionale ed il bilancio: strumenti per la pianificazione

La struttura organizzativa necessaria per svolgere la funzione pianificatrice affidata alla Regione può essere analizzata nei seguenti due punti:

*a*) l'organizzazione interna;

*b*) l'organizzazione degli enti sub-regionali.

Per ciò che riguarda il primo punto non vi sono elementi di particolare rilievo in quanto essa ricalca l'organizzazione delle strutture pubbliche esistenti. Vi è solo da notare che il modo con cui la Giunta Regionale vuole governare, oscillante tra un ministerialismo di tipo statale e la collegialità, tra l'accentramento dei poteri ed il decentramento dei medesimi, influenza la struttura organizzativa interna. Infine va rilevato che la Regione ha ereditato parecchi uffici e molto personale dello Stato e quindi una struttura ed un modo di operare ormai consolidato. Da questo fatto, dalla difficoltà di varare leggi sul proprio organico (le prime leggi regionali in materia datano dal 1974) e dalla indeterminatezza delle competenze sopra accennate sono derivate delle tensioni tra il personale ed una certa instabilità della organizzazione che hanno nuociuto in fase di avvio alla efficienza della Regione.

Per ciò che riguarda l'organizzazione degli enti subregionali, le Regioni, ritenendo la vecchia struttura inadeguata sia per il compito pianificatorio sia più in generale per il servizio nei confronti della comunità, stanno avviando un processo di ristrutturazione.

È importante analizzare brevemente questo processo sia ai fini organizzativi che informativi. Per semplificare il discorso è opportuno riferirsi a due casi concreti e ad una Regione:

1) i comprensori nella Regione Lombardia, analizzati attraverso la legge urbanistica (n. 51-1975) e la legge sui comprensori (n. 52-1975);

2) la sanità nella Regione Lombardia, analizzata attraverso la legge istitutiva dei Comitati Sanitari di Zona (n. 37-1972).

Questa analisi è stata vista nelle sue componenti fondamentali in quanto la lettura delle leggi sopra accennate risulta difficile, a causa di non univocità di definizioni e di rapporti, di sovrapposizioni funzionali, settoriali e territoriali ed a causa di sfumature di linguaggio comprensibili solo da esperti della materia legislativa.

### 1. *I comprensori*

La realtà istituzionale mostra che gli enti territoriali subregionali (provincia e comune) sono per lo più inadeguati per un serio discorso pianificatorio. Infatti la provincia ha dimensioni troppo vaste ed al suo interno comprende aree disomogenee sia territorialmente che settorialmente. Il comune inoltre nella quasi totalità dei casi è una entità troppo piccola, sia territorialmente che finanziariamente perché si possa pensare di considerarlo come soggetto di pianificazione. In Italia i comuni con popolazione al di sopra di 30.000 abitanti sono circa 230 e quelli con popolazione compresa tra i 10.000 e 30.000 abitanti sono circa 620, per un totale di 850, contro un totale di comuni con popolazione minore di 10.000 abitanti pari a circa 7200. Anche il grosso comune non può essere soggetto di pianificazione a causa degli effetti indotti nei comuni limitrofi.

Da qui l'idea di aggregare i comuni di zone omogenee in comprensori, in modo tale che al loro interno essi possano organizzare le proprie risorse per raggiungere obiettivi utili a tutti (per esempio forno inceneritore per rifiuti solidi, depurazione delle ac-

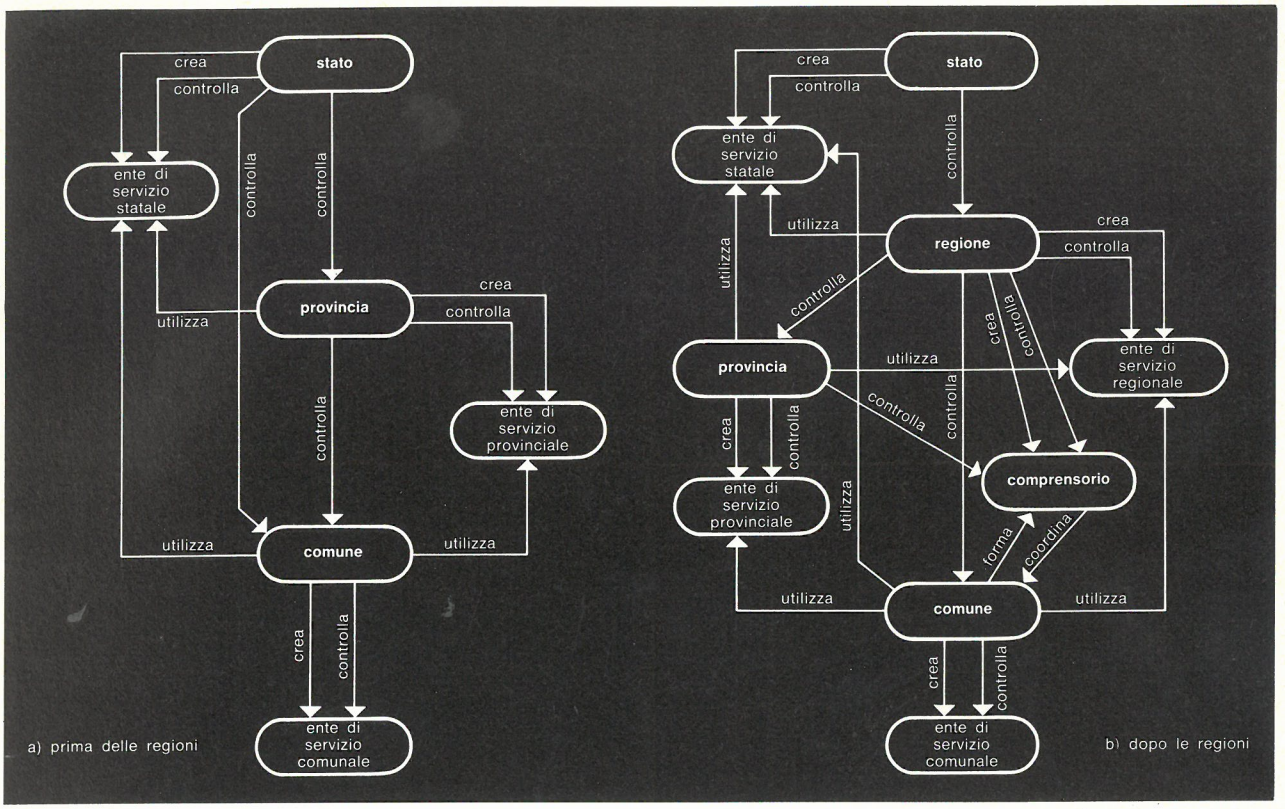



*Fig. 2 - Assetto degli Enti istituzionali relativo alla introduzione delle Regioni e dei Comprensori.*

que, ecc.) ed in modo tale da essere validi interlocutori per la pianificazione regionale.
La modifica di struttura è rappresentata in fig. 2, in cui sono evidenziati gli enti e le loro relazioni. In essa inoltre compaiono — data la loro importanza — gli enti di servizio che vanno dagli istituti di previdenza alle municipalizzate, dagli istituti autonomi alle provincializzate ed alle finanziarie regionali.
In figura 3 è mostrato lo schema derivato dal grafo delle occorrenze di fig. 2 b), in cui si sono raggruppati gli enti di servizio, e inoltre:

— con ente di origine statale si intendono i distretti scolastici e le comunità montane;

— con ente di origine regionale si intendono, per ora, i comprensori e le unità sanitarie locali;

— con ente di origine comunale si intendono i quartieri.

Questi enti infatti sono quelli che stanno per essere creati in quasi tutte le regioni o comuni e non possono essere paragonati agli enti di servizio in quanto sono piuttosto enti di partecipazione.

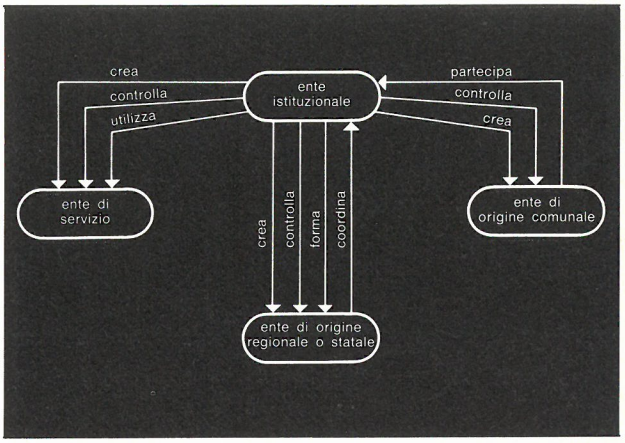
2. *La sanità*

Un settore di importanza rilevante per la regione è la sanità: le recenti disposizioni regislative trasferiscono alle regioni il controllo sugli enti previdenziali e sugli ospedali. Non è possibile entrare nel merito del discorso: come per i comprensori è qui da rilevare come le regioni abbiano ritenuto insufficiente la vecchia struttura sanitaria, non solo ai fini curativi ma anche — e soprattutto — ai fini preventivi.

La creazione di una nuova struttura, le « unità sanitarie locali », permettono — nelle intenzioni del legislatore — un adeguato piano di medicina preventiva, controllato dai cittadini stessi attraverso organismi elettivi.
L'evoluzione della struttura sanitaria prima e dopo le regioni è mostrata attraverso i grafi delle occorrenze di fig. 4, il cui schema è sempre quello della fig. 3.
In essa, oltre ad essere evidenziati, a causa della loro rilevanza, gli ospedali, i medici provinciali e gli ufficiali sanitari comunali, si può notare che

— gli enti di servizio provinciale sono gli ospedali

*Fig. 3 - Schema degli Enti istituzionali.*



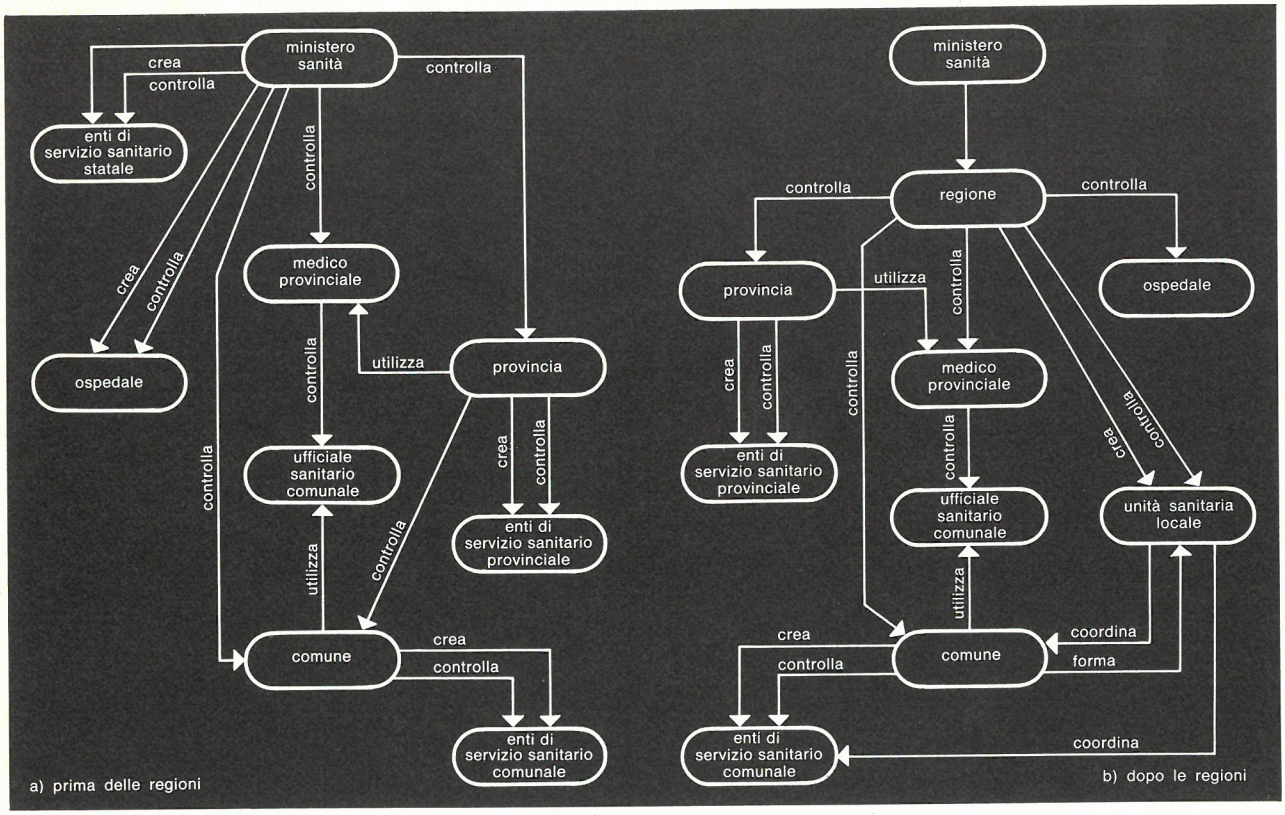



*Fig. 4 - La sanità e le Regioni.*

psichiatrici, gli istituti di igiene e profilassi ed i consorzi antitubercolari;

— gli enti di servizio comunale sono le farmacie e tutte le attrezzature inerenti alla sanità di competenza comunale;

— gli enti di servizio statale (enti di previdenza) che compaiono nella parte a) vengono cancellati nella parte b) della figura, in quanto si suppone una situazione a regime. Tali enti infatti devono venire assorbiti dalle Regioni con modalità tuttora da definire.

Se lo stesso procedimento utilizzato per i comprensori e per la sanità fosse ripetuto per le altre materie, si avrebbe una situazione inestricabile. La moltiplicazione degli enti pubblici ha raggiunto punte elevate: sembra quasi che per ogni bisogno delle comunità ci sia un ente pronto a dare una risposta. Questa visione abbastanza pessimistica sembra essersi ultimamente corretta con l'introduzione dei comprensori come organi di coordinamento e pianificazione di dimensioni inferiori rispetto alla Regione. La struttura organizzativa delineata non semplifica certo lo studio globale delle informazioni che devono essere disponibili per i compiti della regione. Viene perciò in questa sede proposta a titolo di studio una struttura invariante rispetto alla struttura organizzativa attuale e rispetto ai compiti fissati dai decreti delegati. Tale struttura dovrà essere poi calata nel contesto concreto di ciascuna regione in modo da renderla effettivamente operativa.

Le attività della regione possono essere raggruppate in funzioni e precisamente:

*a*) funzione territoriale, relativa agli interventi sul territorio;

*b*) funzione sociale, relativa agli interventi sull'individuo e sulla collettività;

*c*) funzione economica, relativa agli interventi sulla economia regionale;

*d*) funzione organizzativa, relativa agli strumenti regionali che permettono la realizzazione degli interventi;

*e*) funzione finanziaria, relativa alla gestione dei fondi necessari per finanziare gli interventi;

*f*) funzione legislativa, relativa alla creazione delle leggi ed alla consultazione degli organismi politici, economici e sociali.

Tralasciando le ultime due funzioni in quanto non presentano particolari problemi, la tabella I pone in evidenza, per le prime quattro funzioni, i campi di intervento (chiamati PROGETTI secondo la letteratura corrente).
Tale tabella rappresenta uno schema logico che permette di classificare un intervento, di analizzare i collegamenti con altri interventi e quindi le interazioni tra le unità organizzative esistenti.
Come esempio si considera una « azione » come la costruzione di una scuola. Essa si suddivide in « attività » (progettazione, accensione mutuo, approvazione, appalto, ecc.) e fa parte del progetto « attrez-

| Funzione | Progetto |
|---|---|
| Funzione territoriale: urbanizzazione tecnica | Rete stradale<br>Rete idrica<br>Fognature<br>Energia<br>Rete telefonica |
| Funzione territoriale: urbanizzazione sociale | Attrezzature per la scuola<br>Attrezzature per la sanità<br>Attrezzature per la sicurezza sociale<br>Attrezzature per lo sport ed il tempo libero<br>Attrezzature per l'abitazione<br>Attrezzature annonarie<br>Attrezzature produttive |
| Funzione territoriale: urbanizzazione generale | Trasporti<br>Nettezza urbana<br>Cimiteri<br>Antincendi<br>Attrezzature per gli enti pubblici |
| Funzione sociale | Scuola e cultura<br>Sanità<br>Sicurezza sociale<br>Abitazione<br>Sport e tempo libero |
| Funzione economica | Settore primario<br>Settore secondario<br>Settore terziario privato<br>Settore terziario pubblico |
| Funzione organizzativa | Ragioneria<br>Documentazione<br>Gestione delle pratiche<br>Beni mobili ed immobili |

*Tabella I* - « Progetti regionali »

zature per la scuola ». Le infrastrutture ad essa collegate (strada, fognatura, illuminazione, ecc.) appartengono ad altri progetti; inoltre il trasporto degli alunni, la refezione, ecc. sono azioni connesse con il suo funzionamento, ma classificate sotto altre funzioni ed altri progetti.
Il considerare tutti gli aspetti relativi ad un intervento è di fondamentale importanza:

— sia ai fini organizzativi per individuare ed ottimizzare le risorse;

— sia ai fini economici per definire lo sforzo che la Regione deve sostenere in fase di realizzazione e di gestione.

Si arriva così alla formazione del documento che monetizza la pianificazione e cioè il bilancio. Lo schema di fig. 5 mostra l'aggancio dello strumento contabile con il piano formulato dalla Regione o da un Ente subregionale.
Tale aggancio, effettuato attraverso i tempi ed i costi permette il controllo degli stati di avanzamento del piano, l'ottimizzazione delle risorse economiche, la selezione degli interventi in base a criteri politici e soprattutto garantisce la fattibilità del piano stesso.
Il bilancio diviene uno strumento di direzione, perdendo quei connotati strettamente ragionieristici che normalmente si riscontrano nella prassi attuale: esso può fornire agli organi competenti una visione sintetica, completa e tempestiva dell'andamento finanziario della Regione e degli enti subregionali.

## 3. Il ruolo della informatica

Nel passo citato precedentemente dal piano-bilancio 1974-75 della Regione Lombardia veniva delineato il ruolo della informatica nella Regione:

*a*) un ruolo di supporto operativo che prende in carico le procedure interne della regione al fine di snellirle e renderle efficienti;

*b*) un ruolo di supporto conoscitivo che crea e gestisce una banca di dati relativi alla realtà sociale, territoriale e sociale della regione al fine di permettere studi e ricerche, per definire i fabbisogni e le politiche di intervento.

Una rapida rassegna della situazione attuale vede le regioni impegnate per lo più ad automatizzare procedure amministrative-contabili (contabilità del personale, ragioneria, contravvenzioni), con qualche esperienza in campi di elevato contenuto tecnico e culturale (« information retrieval » legislativo) e con dei cauti approcci verso la banca dei dati (scheda nosologica, caratteristiche morfologiche del suolo, dati ISTAT, ecc.).
Volendo approfondire il ruolo della informatica in relazione alla pianificazione — si tratta qui di appunti e proposte per il prossimo futuro — è opportuno fissare l'attenzione, più che sui modelli che dovranno essere utilizzati nella fase di studio, su ciò che permette la conoscenza della realtà regionale, e cioè:

1) l'organizzazione di un sistema informativo regionale;

2) la raccolta dei dati.

Il dibattito su questi punti è in pieno svolgimento: si tratta infatti di questioni che condizionano il successo o l'insuccesso della fase conoscitiva della pianificazione, condizionando quindi anche il valore della pianificazione stessa.

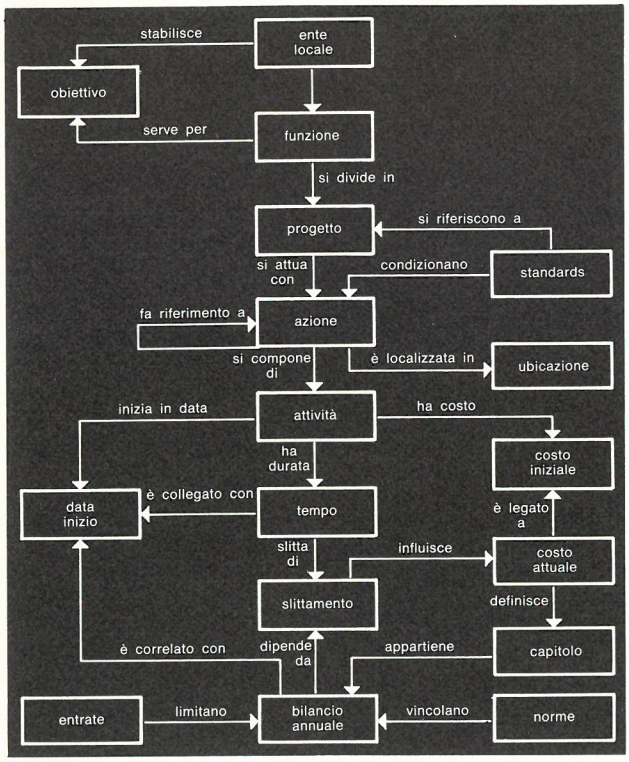



*Fig. 5 - Schema piano-bilancio.*

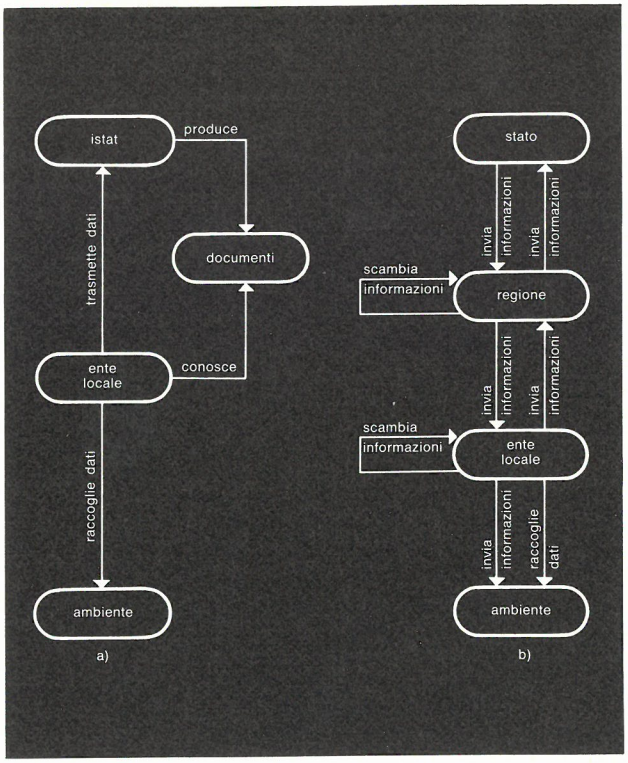



*Fig. 6 - Organizzazione di un sistema informativo regionale: a) centralizzato, b) decentralizzato.*

1. *L'organizzazione di un sistema informativo regionale*

I punti sui quali si deve basare un sistema informativo regionale sono gli enti istituzionali che operano nella regione. Essi devono avere una capacità di raccolta dei dati e di elaborazione dei medesimi che sia autonoma e devono essere in grado di scambiare informazioni con gli altri enti. Si tratta cioè di un modello di decentramento della informatica (fig. 6b) che corrisponde alla tendenza in atto nelle Regioni di delegare agli enti subregionali tutta una serie di competenze.

L'opposto di questo modello, e cioè un accentramento della informatica è quello vigente tutt'ora che vede un unico centro di elaborazione dei dati — l'ISTAT — e numerosi punti di raccolta (fig. 6a), che risultano essere solo passivi.

Vi sono state tentazioni di ripetere questo modello anche a livello regionale, che però non hanno avuto molto seguito.

Le peculiarità di una organizzazione decentrata della informatica possono essere schematizzate come segue:

— il flusso informativo deve essere bidirezionale tra i vari enti affinché l'informazione sia utile ai fini pianificatori ed operativi;

— accorciando le distanze temporali e spaziali tra la raccolta e l'utilizzo, l'Ente Locale dovrebbe ricevere le informazioni con maggior tempestività che non nel caso attuale in cui i documenti prodotti dall'ISTAT compaiono con anni di ritardo e quindi sono disponibili quando già superati;

— il fatto che ciascun ente gestisca i dati che raccoglie permette una maggior aderenza del dato alla realtà attraverso un più facile aggiornamento ed una conoscenza analitica della situazione da trattare;

— tecnicamente l'hardware che supporta una organizzazione decentrata deve godere della caratteristica della espandibilità e della compatibilità e il software deve essere « machine independent » e comprensibile.

2. *La raccolta dei dati*

Il problema della raccolta dei dati è lo scoglio principale per la costruzione di una banca di dati che sia gestibile. Esso può essere analizzato sotto i seguenti aspetti:

*a*) quali dati raccogliere;

*b*) chi raccoglie ed aggiorna i dati;

*c*) quanto costa.

Non è possibile entrare nel dettaglio di ciascun punto poiché ciò richiederebbe un vasto ed approfondito studio di ogni attività; cosa che esula dalle finalità del presente articolo. È però possibile indicare i criteri secondo i quali devono essere affrontati tali punti.

a) *Caratteristiche dei dati da raccogliere*

I dati da raccogliere sono funzione degli obiettivi che si vogliono raggiungere. Il dato deve essere affidabile, utile ed aggiornato: questo corrisponde ad avere delle banche di dati affidabili, gestibili e finalizzate. Le gigantesche banche di dati concepite al-

l'inizio della esperienza regionale (per esempio le anagrafi relative alla sanità, alla istruzione, ecc.) devono lasciare il posto — e le Regioni stanno operando in tal senso — ad archivi che diano in tempi ragionevoli ed a costi possibili le informazioni utili per le decisioni politiche ed amministrative.
L'affidabilità del dato deve essere ottenuta curando i modi con cui lo si raccoglie; la sua utilità definendo gli obiettivi operativi e di studio e la sua aggiornabilità costruendo una rete efficente di raccolta dati.
Per la banca di dati, l'affidabilità deriva direttamente dalla qualità del dato all'origine e dal suo aggiornamento, e la gestibilità dovrebbe essere garantita dalla struttura decentrata ipotizzata precedentemente. È più facile infatti gestire banche di dati di dimensioni ridotte rispetto a quelle che abbracciano tutto il territorio regionale e tutti i settori di intervento.
La finalizzazione infine si rende necessaria per un ordine logico, senza però dimenticare le interconnessioni tra i vari aspetti della realtà; a questo scopo torna utile lo schema della tabella I.
Questi dati devono rimanere analitici a livello dell'ente più vicino alla sorgente dei medesimi e devono venire aggregati man mano si procede verso enti superiori.
Così ad esempio le informazioni relative alla popolazione devono rimanere — come lo è già attualmente — analitiche a livello di Comune (anagrafe), mentre alla Regione devono pervenire dei dati aggregati a secondo di obiettivi specifici oppure degli indici che permettano l'esame della popolazione della Regione in funzione di scelte politiche da compiere.
In tal modo un errore viene facilmente individuato e corretto all'origine, senza che esso si propaghi nei successivi passaggi.

b) *L'organizzazione per la raccolta dei dati*

Normalmente nell'Ente Pubblico viene creata una unità organizzativa ogniqualvolta si decida di affrontare un nuovo compito.
Nel caso della raccolta dei dati non è necessario creare delle strutture aggiuntive: è sufficiente utilizzare quelle esistenti con un maggior grado di efficienza e coordinamento.
In tabella II vengono mostrati gli uffici od enti che possono svolgere il compito di raccogliere ed aggiornare i dati relativi a determinati settori, definiti « progetti » secondo la terminologia utilizzata in tab. I.
I punti di raccolta dei dati o sono di dipendenza diretta dagli enti istituzionali o sono enti autonomi, con i quali saranno necessarie delle opportune convenzioni.

*Tabella II* - Punti di raccolta dei dati

| | Uffici od enti | Progetti interessati |
|---|---|---|
| Dipendenza diretta dalla Regione o Enti Locali | Ospedali<br>Medici provinciali<br>Uffici sanitari<br>Laboratori provinciali di igiene<br>Dispensari<br>Consorzi provinciali antitubercolari<br>(Unità sanitarie locali) | Sanità<br>Attrezzature per la sanità<br>Sicurezza sociale<br>Attrezzature per la sicurezza sociale |
| | Veterinari<br>Ispettorato compartimentale agrario<br>Ispettorati provinciali dell'agricoltura<br>Ispettorati ripartimentali delle foreste<br>Ispettorati provinciali dell'alimentazione | Sanità<br>Attrezzature produttive<br>Settore primario |
| | Ufficio distrettuale delle miniere<br>Uffici provinciali industria, commercio ed artigianato<br>Ufficio metrico provinciale<br>Enti per il turismo | Settore secondario<br>Settore terziario privato<br>Settore terziario pubblico |
| | Genio civile<br>Uffici tecnici | Tutti i progetti relativi alle funzioni territoriali |
| Enti Autonomi | ISTAT<br>CCIAA<br>PRA<br>Enti assistenziali<br>Associazioni di categoria<br>Banche | Tutti i progetti relativi alla funzione economica e sociale |

Il fatto di avere disponibile immediatamente una struttura è importante perché consente di poter iniziare subito la raccolta.
Rimane il problema di come raccogliere i dati: esso è un problema tecnico ed è risolvibile attraverso i metodi classici proposti dalle analisi dei sistemi informativi e dalle risorse tecniche a disposizione.

c) *Problemi di costo*

Il problema economico va inquadrato nella sua giusta luce affinché non venga né sopravalutato né sottovalutato. L'intraprendere un'opera quale quella descritta è certamente un investimento sociale a medio-lungo termine.
Data la contingenza e diversità delle situazioni in cui ci si può trovare nella realizzazione di una banca di dati, in questo articolo è opportuno individuare solamente gli elementi di carattere generale che possono permettere un calcolo di ritorno sugli investimenti.
L'obiettivo è quello di effettuare una analisi del tipo costi/benefici per tutto ciò che è quantificabile o costi/efficacia per ciò che non è quantificabile.
I costi sono facilmente calcolati sulla base dell'hardware necessario e dei noti rapporti tra questo costo e quello per il software, del materiale vario e del personale tecnico. A questi costi si devono aggiungere quelli dovuti alla formazione del personale utilizzatore. Tali costi sono calcolati in una situazione di accettazione del sistema informativo; diversamente gli ostacoli introdotti fanno aumentare i costi in maniera valutabile solo a posteriori.
I benefici ricavabili possono essere raggruppati in due tipi:

*a*) benefici monetizzabili, che normalmente sono calcolati sulla base del personale sottratto a lavori ripetitivi e sulla base del tempo risparmiato. In questo caso si procede all'analisi costi/benefici, di cui esiste già qualche esempio relativo ai centri elettronici di alcuni Comuni.

*b*) benefici non monetizzabili, che comprendono l'immagine dell'Ente Pubblico, la precisione e tempestività della informazione, la riqualificazione del personale, il miglior servizio reso al cittadino. In questo caso si dovrebbe stendere un'analisi costi/efficacia, per le quali però non si hanno né esempi, né criteri di valutazione.

Nello schema precedente devono essere compresi anche i benefici indotti. Si pensi ai vantaggi derivanti da interventi decisi sulla base di una documentazione precisa, completa e tempestiva in confronto agli interventi basati su documentazioni superficiali ed obsolete, per comprendere l'importanza di questo punto.
Va sottolineato che relativamente all'argomento « costi-benefici » nell'Ente Pubblico si è solo agli inizi: è tuttavia necessario sviluppare questo tema sia ai fini del contenimento della spesa pubblica relativo alla pubblica amministrazione sia ai fini della efficienza, la quale — anche se non è un valore — è certamente una condizione politica per ben operare.

## 4. Conclusione

L'informatica è in grado di dare un supporto valido per la pianificazione regionale. La ricchezza e vastità dei temi della Regione forniscono numerosi elementi di studio, di ricerca e di applicazione dell'informatica che concorrono a sviluppare questa scienza verso fini sociali.
Per far ciò occorre un certo insieme di condizioni: organizzative, economiche, normative, politiche e culturali. Soprattutto le due ultime condizioni sono importanti: il controllo sociale delle informazioni, la garanzia della privacy, l'autonomia decisionale ed operativa, il sinergismo tra le varie componenti politiche, sociali ed istituzionali, e l'accettazione di nuovi modi di pensare ed agire, sono elementi che possono determinare il successo o l'insuccesso del disegno delineato nell'articolo.

## Bibliografia


[1] S. BEER, « *L'azienda come sistema cibernetico* », ISEDI.

[2] C. BELTRAME, « *Guida per il programmatore pubblico* », MB Editrice.

[3] Appunti dalle lezioni (tenute dalla dr.ssa De Antonellis) su « *Data bases* », Ist. di Fisica, Gruppo di Elettronica e Cibernetica, Università degli Studi di Milano.

[4] Appunti dalle lezioni (tenute dal dr. S. Baio) su « *La struttura informativa negli Enti Pubblici* », come sopra.

[5] P. BASSETTI, « *Dal bilancio al piano comunale* », Esperienze Amministrative, 1962.

[6] S. BAIO, « *Piano, bilancio e sistema informativo* », Esperienze Amministrative, Nov. 1975.

[7] Honeywell Information Systems Italia, « *Proposte di un sistema informativo per la Regione* », 1973.

[8] Honeywell Information Systems Italia, « *Elaborazione dati al servizio della Regione* », Atti del Convegno, 1973.

# Il parco dei piccoli sistemi gestionali in Italia

LUIGI TAVA
*Honeywell Information Systems Italia*
*Servizio Studi Economici e di Mercato*

## 1. Introduzione

L'analisi seguente costituisce un estratto dei rilievi emersi da indagini condotte dal Servizio Studi e Ricerche di mercato della Honeywell I.S.I. e fa riferimento ai sistemi EDP installati e/o in ordine in Italia aventi le seguenti caratteristiche:

— Uso gestionale, esclusi quindi gli elaboratori di processo.

— Dimensione piccola: impianti con configurazioni medie tipiche non superiori ai 7500-8000 punti (1).

— Operanti come main system, esclusi quindi gli impianti secondari dei grossi centri EDP.

— Non appartenenza all'amministrazione centrale dello stato (inclusi gli organi periferici) e al settore istruzione.

Il riferimento temporale dello studio può collocarsi verso la metà del 1974; l'indagine di base è stata condotta in via esaustiva tramite intervista delle aziende (enti) interessate e successivamente integrata da un'analisi campionaria.

## 2. Struttura generale del parco

La consistenza globale del parco è pari a 3225 sistemi per un valore di circa 8 milioni di punti (3404 sistemi pari a 9 milioni di punti considerando gli ordini) (2).
L'elevata concentrazione del parco, sia a livello settoriale che territoriale, risulta con particolare evidenza dalle tavole di fig. 1 e 2.
I dati rilevati sembrano riflettere appieno, semmai con accentuazione, il peso economico dei settori e delle aree dominanti nell'ambito dell'economia nazionale.

(1) 1 Punto circa 8400 lire canone locazione annua.
(2) I dati in valore riportati sono relativi ai prezzi vigenti in tale epoca.

Sotto il profilo dimensionale si rileva un valore medio degli impianti installati che si aggira sui 2500-2600 punti, con punte a livello settoriale di circa 4000 punti per il campo bancario.

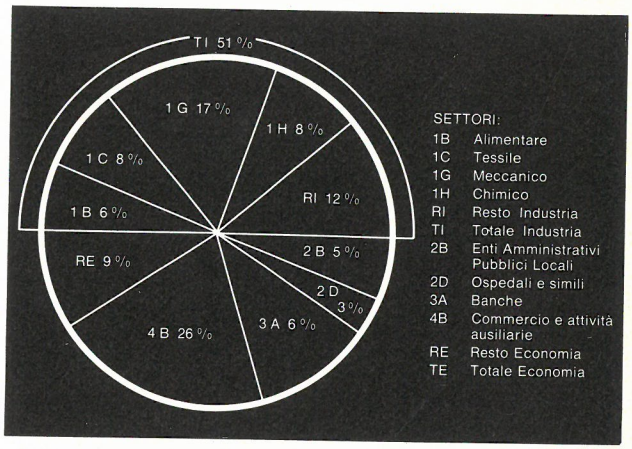
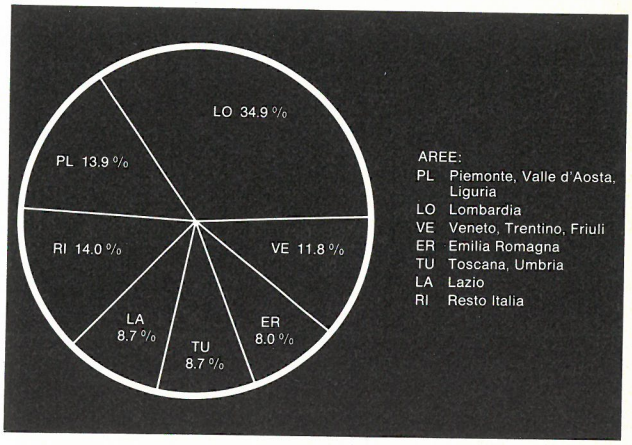



*Fig. 1 - Ripartizione percentuale parco piccoli sistemi a livello settoriale - Numero sistemi.*

*Fig. 2 - Ripartizione parco piccoli sistemi per zona geografica - Numero sistemi - Distribuz. percentuale.*



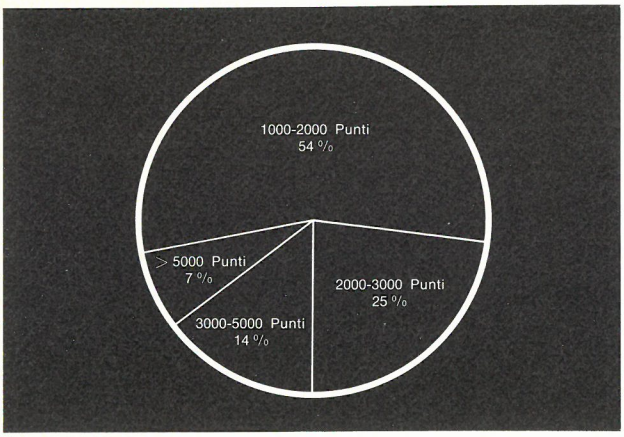
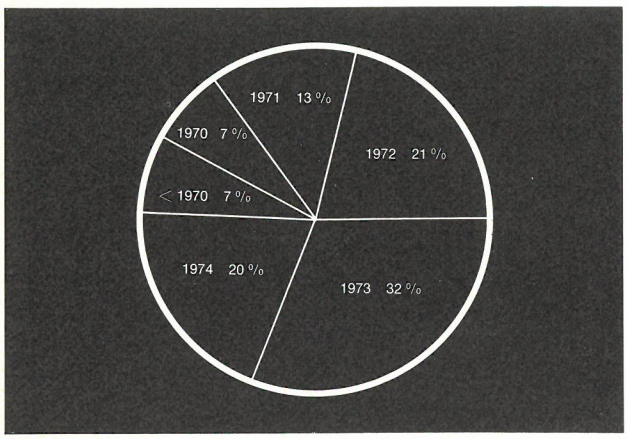



*Fig. 3 - Distribuzione percentuale degli impianti secondo il canone.*

Sul piano territoriale esiste un'elevata associazione positiva tra concentrazione di impianti e loro dimensione media, fattore che si traduce in un'accentuazione dei divari effettivi fra le diverse aree.
La distribuzione reale dei sistemi secondo il loro valore (fig. 3) è comunque fortemente asimmetrica attorno alla media con oltre metà del parco nella fascia inferiore.
Passando a considerare le specifiche configurazioni tecniche dei sistemi rileviamo che solo il 13% supera i 24 K di memoria centrale, circa il 17% ha capacità dischi in linea superiore a 15 MB, mentre quasi il 23% è ancora a schede; la dotazione di nastri è assai limitata (14%).
L'esistenza di terminali in linea per applicazioni in T.P. è addirittura sporadica (2,4%).
Significativi scostamenti a livello settoriale si hanno in genere per le banche (dimensioni superiori); le configurazioni a nastri sono inoltre diffuse negli enti locali e per le attività varie; spiccano, per dotazione di terminali in linea, l'industria chimica, gli enti locali ed ospedalieri.
Esaminando per ciascun impianto il tempo decorso dall'ultima modifica significativa abbiamo il quadro dell'invecchiamento del parco illustrato in fig. 4.

*Fig. 4 - Struttura parco per età - Distribuzione percentuale.*




A livello settoriale si rileva un cospicuo invecchiamento degli impianti per gli enti locali, contro una generale assenza di impianti vecchi nel settore commerciale (dove il fenomeno della meccanizzazione EDP è recente).

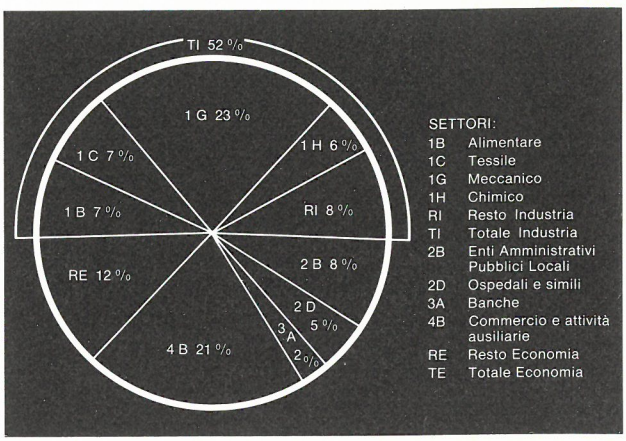
## 3. Alcune modalità operative dei centri

Il personale globale addetto ai centri EDP si aggira mediamente su 6 persone, senza cospicue oscillazioni intersettoriali, ma con stretto collegamento con le dimensioni degli impianti (4 persone in media per sistemi sotto i 1500 punti, 10 persone sopra i 5000 punti).
Gli addetti alla preparazione dei dati (perforazione, verifica, ecc.) costituiscono (stima campionaria) il 45-50% del totale.
Il tempo globale di funzionamento è stimato, su base campionaria, in circa 130 ore mensili, senza significativi scostamenti settoriali, ma con cospicue variazioni a livello dimensionale (oscillazioni mediamente comprese tra le 120 e le 170 ore mensili).
Va rilevato che circa il 30% dei centri svolge attività per l'esterno (si tratta però prevalentemente di elaborazioni per aziende collegate).

## 4. Dinamica del parco

A livello aggregato circa il 20% degli impianti esistenti è sotto ampliamento o in fase di sostituzione.
A livello settoriale la più intensa dinamica si riscontra nel settore commerciale e nel meccanico, mentre le banche, il resto dell'economia, gli enti locali ed il settore tessile sono decisamente sotto la media.
In sede di sostituzione di modelli, si osservano passaggi tra diversi fornitori per circa il 3% dei casi; la fedeltà al fornitore EDP appare quindi elevatissima.
Al momento dell'indagine risultano conclusi ordini per circa 250 nuovi impianti presso aziende (enti) che si meccanizzano per la prima volta.
Il rilievo settoriale risulta dalla tavola di fig. 5; spicca per importanza il settore meccanico ed il commercio.

*Fig. 5 - Nuove referenze per settore (distribuzione percentuale).*



In termini di punteggio, considerando gli ordini, si ha uno sviluppo del parco globale del 13,2%, per circa il 4% imputabile a prime meccanizzazioni e per la restante parte dovuto ad ampliamenti e sostituzioni, con forti differenziazioni settoriali.
Per apprezzare compiutamente i dati di dinamica sopra esposti, va notato che il tempo di esecuzione medio di un ordine EDP è risultato (stime campionarie) di circa 8 mesi, i tassi riportati sopra andrebbero quindi moltiplicati per 1,5 circa, onde ottenere stime riferite ad un anno (annualmente cioè dovremmo avere un 30% di impianti sottoposti a movimentazione ed un tasso di sviluppo interno del parco in valore di circa il 20%).

## 5. Aree applicative

Il quadro delle principali aree applicative, riportato in fig. 6, si basa sui dati dell'indagine esaustiva e di quella campionaria inizialmente ricordate nonché di

*Fig. 6 - Applicazioni rilevate.*

| Settori | Area applicativa | Frequenza % | Note |
|---|---|---|---|
| INDUSTRIA e COMMERCIO | Fatturazione | 88 % | Stime campionarie |
| | Contabilità Clienti | 87 % | |
| | Contabilità Fornitori | 75 % | |
| | Contabilità IVA | 93 % | |
| | Contabilità Magazzino | 77 % | |
| | Contabilità Generale | 67 % | |
| | Contabilità Personale | 68 % | |
| | Gestione Ordini Clienti | 54 % | |
| | Gestione Ordini Fornitori | 35 % | |
| | Analisi Vendite | 79 % | |
| | Analisi economico finanziaria | 12 % | |
| | Modelli previsionali | 8 % | |
| | Statistiche varie | 42 % | |
| INDUSTRIA | Contabilità Industriale | 48 % | Stime campionarie |
| | Controllo Budgettario | 24 % | |
| | Gestione Scorte | 43 % | |
| | Programmazione e controllo produzione | 37 % | |
| | Calcolo Tecnico-scientifico | 10 % | |
| BANCHE | Conti Correnti | 80 % | Fonte mista |
| | Depositi a Risparmio | 70 % | |
| | Anagrafe Clienti | 100 % | |
| | Contabilità Generale | 55 % | |
| | Contabilità Personale | 60 % | |
| | Mutui | 40 % | |
| | Titoli | 50 % | |
| | Portafoglio | 80 % | |
| | Estero | 25 % | |
| | Esattoria | 15 % | |
| | Segnalazioni Banca d'Italia | 50 % | |
| ASSICURAZIONI | Quietanzamento | 98 % | Fonte mista |
| | Contabilità Agenti | 95 % | |
| | Conto Consortile | 93 % | |
| | Sinistri | 95 % | |
| | Riserve | 83 % | |
| | Cessione in Riassicurazione | 45 % | |
| | Stat. Portafoglio | 100 % | |
| | Stat. Sinistri | 95 % | |
| | Contabilità Generale | 12 % | |
| | Contabilità Personale | 42 % | |
| COMUNI | Anagrafe | 10 % | Fonte mista |
| | Elettorale | 50 % | |
| | Certif. sanit. e controllo vaccinazioni | 22 % | |
| | Contabilità Personale | 96 % | |
| | Contabilità Finanziaria | 30 % | |
| | Altre applicaz. ammin. (magazz., inventario, beni patrim., ecc.) | 10 % | |
| | Servizi Municipalizzati | 25 % | |

informazioni raccolte in altri nostri studi particolari. Data la peculiarità di alcuni tipi di applicazioni i dati vengono riportati (per quanto possibile) a livello settoriale.
La grande maggioranza delle applicazioni è comunque di tipo tradizionale (amministrativo-contabile).

## 6. Indicatori dimensionali degli utenti EDP (Analisi limitata alle attività industriali e commerciali)

I piccoli sistemi gestionali sembrano interessare tutta la fascia aziendale da 1 a 25 miliardi di fatturato (fig. 7).
I casi rilevati al di sotto di 1 miliardo possono ritenersi sporadiche avanguardie; la quota non trascurabile al di sopra dei 25 miliardi sembra individuare sacche significative di sotto-dimensionamento tuttora sopravviventi.
Gli scostamenti tra i sottosettori non sono risultati statisticamente significativi, se si esclude una cospicua quota (oltre il 10%) di aziende commerciali meccanizzate con fatturato inferiore ad 1 miliardo.
Passando a considerare le dimensioni aziendali in termini di addetti, si rileva una forte dicotomia tra le attività produttive e quelle commerciali (fig. 8).
I piccoli sistemi nell'industria interessano infatti pesantemente la fascia 100-1000 addetti, in minore misura quella di 50-100 addetti ed in via sporadica quella inferiore ai 50 addetti (la fascia sopra i 1000 addetti può ancora considerarsi una sacca di sotto-dimensionamento).
Per il commercio, invece, la fascia rilevante parte al di sotto dei 50 addetti (si può stimare una soglia base di circa 20 addetti) ed arriva fino a 250.
Esaminando poi gli ordini in corso, si può rilevare un significativo abbassamento della soglia di meccanizzazione, in particolare:

*a*) Per l'industria la classe 100-250 addetti assume sempre maggiore rilievo, al di sotto dei 100 non sembrano emergere nuove tendenze mentre il mercato appare più contenuto al di sopra dei 500 occupati.

*Fig. 7 - Distribuzione percentuale utenze secondo il livello di fatturato (stime campionarie).*

| Fatturato (miliardi) | < 1 | 1-2.5 | 2.5-5 | 5-10 | 10-25 | > 25 | Totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| % | 3 | 11 | 28 | 26 | 23 | 9 | 100 |

*Fig. 8 - Struttura per addetti del parco e delle nuove referenze (distribuzione percentuale).*

| Settore | Addetti / Parco | < 20 | 20-50 | 50-100 | 100-250 | 250-500 | 500-1000 | > 1000 | Totale |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Industria | Parco | 5 | | 7 | 29 | 32 | 17 | 10 | 100 |
| | Nuove Refer. | 13 | | | 43 | 31 | 9 | 4 | 100 |
| Commercio | Parco | 39 | | 23 | 27 | 11 | | | 100 |
| | Nuove Refer. | 24 | 48 | 14 | 14 | | | | 100 |

*Fig. 9 - Distribuzione vincolata della spesa hardware per classe di addetti parco potenziale (%).*

| Settore | Punti | Addetti | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ≤ 50 | 50-100 | 100-250 | 250-500 | 500-1000 | > 1000 | Totale |
| Industria (1315 casi) | < 2000 | 80 | 80 | 69 | 48 | 26 | 20 | 51 |
| | — 3000 | 11 | 13 | 20 | 33 | 30 | 23 | 25 |
| | — 5000 | 7 | 6 | 8 | 14 | 26 | 29 | 15 |
| | > 5000 | 2 | 1 | 3 | 5 | 18 | 28 | 9 |
| | Totale | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Commercio (360 casi) | < 2000 | 84 | 66 | 46 | 36 | 19 | | 63 |
| | — 3000 | 9 | 17 | 21 | 16 | 44 | | 16 |
| | — 5000 | 6 | 11 | 23 | 20 | 12 | | 13 |
| | > 5000 | 1 | 6 | 10 | 28 | 25 | | 8 |
| | Totale | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | | 100 |

*b*) Per le attività commerciali, il fenomeno appare tutto concentrato nella fascia minore (fino a 50 addetti) con un notevole spicco per la classe minima (fino a 20 addetti).

Passando poi a considerare i possibili collegamenti tra spesa hardware a livello di addetti emerge un fatto di sicuro interesse (fig. 9).
Se si trascurano alcuni casi estremi (di scarso rilievo), le distribuzioni vincolate presentano una struttura di fondo pressoché triangolare (3).
La dimensione aziendale (misurata attraverso gli addetti) si prospetta quindi come un vincolo alla « capacità » di spesa EDP (nel senso che l'azienda piccola non può spendere molto) e non come un'effettiva « propensione » alla spesa stessa (non è vero, cioè, che l'azienda di maggiori dimensioni spende effettivamente di più); tipica al riguardo la situazione delle aziende industriali al di sopra dei 500 addetti che risultano pressoché uniformemente distribuite su tutti i livelli di spesa.

(3) Tale struttura si ripresenta anche a livello di singolo sottosettore industriale (dati non riportati).

## 8. Bibliografia

*Il parco dei piccoli sistemi gestionali in Italia* - Rapporto del Servizio Studi Economici e di Mercato, Honeywell I.S.I., Giugno 1975.

# Resoconti e recensioni

*Hanno collaborato a questa rubrica:*
R. BRESCHI, A. BRIOSCHI, N. MINNAJA,
M. NOBILE, G. RAPELLI, F. RICCI.

## Il progetto HUSPI per l'informatica medica

Nell'aula Volta dell'Università di Pavia si è svolta il 27 ottobre 1975 la presentazione ufficiale al Corpo Accademico, alle Autorità e alla stampa del Progetto HUSPI (Honeywell Università degli Studi di Pavia per l'Informatica).
Nato da un accordo di collaborazione scientifica tra l'Università di Pavia e la Honeywell Information Systems Italia, il progetto HUSPI si propone di promuovere ricerche e studi di informatica, con particolare riguardo alle applicazioni biomediche e sanitarie, attraverso l'istituzione di borse di studio e premi e l'organizzazione di seminari, corsi di aggiornamento, convegni, viaggi di studio all'estero e stage presso centri di ricerca o centri operativi.
Hanno rivolto un indirizzo di saluto agli intervenuti il prof. Fornari, Magnifico Rettore dell'Università e l'ing. Peretti, Amministratore Delegato e Direttore Generale della Honeywell Information Systems Italia. Il direttore del Progetto HUSPI prof. De Lotto ne ha quindi illustrato le caratteristiche e le finalità e ha tracciato un rapido quadro, con particolare riferimento all'Italia, degli sviluppi e dei problemi dell'informatica medica, ossia dell'applicazione degli elaboratori in medicina e nelle istituzioni sanitarie. È seguita la proiezione di un film (« TAIS, un sistema interattivo per l'analisi dei tracciati elettronistagmografici ») realizzato presso la Clinica Otorinolaringoiatrica dell'Università di Pavia nell'ambito di una ricerca (già in corso e i cui sviluppi verranno finanziati attraverso il progetto HUSPI) relativa alla creazione di un modello matematico del sistema vestibolo-oculo-motore come ausilio alla diagnosi delle sindromi vestibolari.
Le prime cinque ricerche avviate presso l'Università di Pavia nell'ambito del progetto HUSPI riguardano:

1) la già accennata diagnosi di sindromi vestibolari periferiche e centrali sulla base di un modello matematico, realizzato su calcolatore, del sistema vestibolo-oculomotore.

2) la correlazione tra suoni di origine respiratoria e stato della ventilazione polmonare, in particolare attraverso la realizzazione su calcolatore di modelli matematici degli organi respiratori e la lettura automatica delle mappe polmonari.

3) lo studio della cinetica del metabolismo del ferro nell'uomo, anche qui attraverso la realizzazione su calcolatore di un modello matematico e di metodi numerici di stima dei parametri del modello.

4) l'elaborazione automatica dei dati elettrocardiografici rilevati dall'intera superficie del tronco e studio di soluzioni del problema inverso della elettrocardiografia mediante modelli fisici e matematici.

5) lo studio e la realizzazione di un sistema di software per la gestione di banche di dati medicali e loro elaborazione statistica, nonché di un corso di preparazione degli utilizzatori direttamente svolto attraverso terminali collegati all'elaboratore.

G.R.

## Giornata di studio su « La gestione automatica dei magazzini »

*Milano, 25 novembre 1975, organizzata dall'Associazione Nazionale Italiana per l'Automazione (ANIPLA) in collaborazione con la Honeywell Information Systems Italia.*

La giornata si è svolta presso la FAST di Milano nell'ambito di un ciclo dedicato a « L'elaboratore come strumento di gestione operativa dei reparti di produzione » ed ha avuto come moderatore Franco Costa della HISI.
Dopo un saluto agli oltre 250 partecipanti — convenuti da aziende ed enti di tutta Italia — da parte del presidente della sezione di Milano dell'ANIPLA,

Enrico Chiesa, la giornata è stata aperta da Michele Cimino, Direttore Commerciale della HISI che ha illustrato gli scopi della riunione.

Roberto Breschi della HISI ha quindi evidenziato, nel suo intervento, la centralità del problema dei magazzini nella gestione delle aziende industriali, tratteggiando l'evoluzione che si è registrata negli ultimi quindici anni nell'applicazione degli elaboratori elettronici in questo settore.
Dall'approccio contabile tradizionale (meccanizzazione della contabilità dei magazzini prodotti finiti, vista come sottoprodotto della meccanizzazione della fatturazione) le aziende sono passate all'applicazione dei calcolatori nella vera e propria gestione, sia per i magazzini prodotti finiti ed i depositi commerciali, sia per i magazzini (materie prime, semilavorati, parti finite) direttamente implicati nel processo produttivo.
Questo si è reso possibile da un lato per la evoluzione dell'EDP verso sistemi in grado di gestire complesse banche dati e reti TP e dall'altro per l'affinarsi delle tecniche di ricerca operativa in particolare per quanto riguarda il dimensionamento e la localizzazione dei magazzini, i modelli di previsione della domanda e la determinazione dei parametri di gestione.
In armonia con il fine di questo ciclo di giornate ANIPLA, che è quello di discutere i problemi alla luce di esperienze concrete, le quattro relazioni seguenti sono state svolte da utilizzatori di elaboratori che hanno toccato la più significativa casistica in materia di gestione automatica dei magazzini.

Claudio Gagliardi della Lancia ha riferito su « Esperienze di un sistema automatizzato per il movimento di un magazzino ad alti scaffali per la produzione », descrivendo il sistema entrato in funzione presso la Lancia di Chivasso nel dicembre '74. Nel magazzino, destinato ad alimentare le linee di montaggio di tutti i modelli nelle loro varie versioni ed allestimenti, le apparecchiature di movimentazione (sette trasla-elevatori, un carrello distributore, un carrello trasbordatore) sono asservite a due calcolatori Honeywell H 316 che svolgono le funzioni relative ai prelievi, ai ricevimenti e controllo qualità dei materiali con gestione automatica della mappa del magazzino.
Oltre a periferiche tradizionali, ai due calcolatori sono collegati sette terminali con lettore e perforatore di schede e due lettori di plastica (badge), attraverso i quali si ha l'input dei dati relativi alle transazioni.
I due calcolatori lavorano secondo la modalità « Master/Slave » con ricovero delle informazioni su nastro per garantire la continuità del servizio e la possibilità di ricostruire gli archivi in caso di panne totale.
Il nuovo magazzino, che copre una superficie di 5.000 metri quadri, contiene, in circa 20.000 celle, 7.000 articoli diversi sia di produzione interna che di provenienza esterna.
L'ubicazione del materiale è registrata e continuamente aggiornata nelle memorie a disco dei due elaboratori che sono in grado pertanto di comandare i prelievi automatici in funzione delle richieste delle linee.
Il numero medio di contenitori/giorno movimentati è di circa 700.
La lunga serie di domande e risposte seguite alla relazione ha permesso di chiarire ulteriormente le caratteristiche di buona affidabilità e funzionalità di cui l'impianto ha dato prova nei primi dieci mesi di lavoro effettivi.

Nella relazione successiva « Progetto e realizzazione di un sistema informativo per più unità operative che gestiscono, fabbricano e vendono prodotti di listino e prodotti speciali », Mario Orsoni e Marzio Rossi della Simep di Arzignano ed Alessandro Cazzani della Ansaldo hanno illustrato il sistema informativo in funzione presso lo stabilimento ex Pellizzari di Arzignano, in cui la Finmeccanica decise nel 1972 di concentrare la produzione di motori elettrici asincroni fino a 10 CV, oltre ad una serie di altri prodotti la cui commercializzazione è affidata all'Ansaldo.
Il sistema informativo si suddivide in diverse aree che coprono l'insieme della problematica aziendale. Sono state illustrate con maggiore dettaglio la gestione degli ordini dei clienti che possono trovare una pronta evasione da magazzino prodotti finiti o costituire la base per la programmazione della produzione dei prodotti speciali o di quelli di serie mancanti.
Il piano di produzione è quindi esploso mediante l'utilizzo dei programmi del package IMS 6000 della HISI, personalizzato in alcuni punti per meglio soddisfare le esigenze dell'utente. Questo permette il calcolo dei fabbisogni netti e la loro programmazione.
Molto interessante la configurazione hardware che si avvale della potenza di calcolo di un H 6040 centrale presso l'Ansaldo di Genova cui vari stabilimenti, fra cui Arzignano, sono collegati in « remote batch » attraverso elaboratori periferici della linea H 100, mentre un elaboratore Honeywell serie 16 interviene direttamente sulle linee di montaggio per guidare il prelievo dei componenti e l'immagazzinamento dei prodotti finiti.

Nella terza relazione « Gestione dei materiali diretti con particolare riferimento al settore acquisti », Roberto Vio e Roberto Martinengo della FIAT Veicoli Industriali hanno evidenziato la struttura della banca dati sui quali la loro Società ha impostato la gestione delle distinte basi dei prodotti e degli acquisti.
Facendo ricorso alla tecnica IDS (Integrated Data Storage) disponibile sugli elaboratori Honeywell serie H 6000 che la FIAT V.I. utilizza, è stata realizzata una architettura complessa che permette una gestione sofisticata delle strutture dei prodotti.

Questo consente un aggancio alla contabilità dei costi per prodotto da un lato ed alla gestione materiali dall'altro, attraverso la esplosione dei piani di produzione.
L'utilizzo di terminali video, istallati presso gli utenti, rende loro possibile accedere direttamente alla fonte dei dati per interrogare le strutture, i costi, i fabbisogni e la situazione dei singoli particolari.
Per il settore acquisti in particolare, è stato illustrato un progetto di automazione già varato ed in corso di realizzazione.
Questo sistema permette di portare a conoscenza dell'ufficio acquisti sia in modo diretto, tramite terminali, sia a mezzo di situazioni periodiche tutte le informazioni necessarie per agire sul mercato.
Oltre alle proposte d'acquisto, ai solleciti ed alla segnalazione di anomalie, vengono elaborate situazioni di volume di affari per fornitore, anche a livello consolidato FIAT, che permettono agli acquirenti di fare le loro scelte e condurre le contrattazioni nel modo più documentato.

Nell'ultima relazione « Il ruolo dell'informatica in un servizio di distribuzione decentrata di prodotti alimentari di largo consumo », Giuseppe De Micheli della Motta ha affrontato un altro dei molti aspetti del problema della gestione scorte.
Il problema è quello della organizzazione del flusso logistico ed informativo necessario per assicurare, nelle località, tempi e volumi richiesti dal mercato, la disponibilità di prodotti caratterizzati da una conservazione limitata nel tempo.
In questo quadro il relatore ha presentato una recente esperienza di completa ristrutturazione della rete distributiva sulla base di diciotto CDM (Centri di Distribuzione Motta) creati per ricercare un equilibrio ottimale fra i costi di trasporto dalle fabbriche a questi Centri e da essi ai depositi degli agenti da un lato ed i costi di immagazzinamento merci dall'altro.
In questa ricerca l'informatica è intervenuta con la messa a punto e l'utilizzo di un modello di simulazione i cui risultati sono stati utilizzati come punto di partenza per la ristrutturazione effettuata.
Quindi è stato illustrato il ruolo dell'elaboratore nella gestione contabile e fisica delle merci esistenti presso i CDM: da un lato si ha la gestione quantità ordinate in anticipo per le campagne che possono essere spedite sulla base di impegni, già noti, di clienti, dall'altro c'è una esigenza di previsione per le merci vendute secondo le tecniche della tentata vendita o su richieste estemporanee.

Ad ogni relazione è seguito un vivo dibattito che ha dimostrato come oggi sia alto l'interesse per scambi di esperienze qualificate su problemi precisi, come questo della gestione scorte, che, pur nelle diversità caratteristiche di ognuno, è problema vivo e sentito in tutte le aziende.

R.B.

## Giornate di studio sulla microprogrammazione

*Milano, 7-8 aprile 1975, presso la FAST, Federazione Associazioni Scientifiche Tecniche.*

Questo seminario è stato tenuto allo scopo di fare il punto sulla conoscenza esistente in Italia di questa importante tecnica di progettazione di calcolatori digitali.
La relazione introduttiva è stata tenuta dal prof. G.B. Gerace dell'Università di Pisa. Nella sua esposizione è stata tracciata un'ampia panoramica del tema e sono state date le fondamentali definizioni in proposito.
Alla relazione introduttiva ha fatto seguito la relazione del prof. Pellegrini della Olivetti nella quale si dava una ampia panoramica dei microelaboratori oggi esistenti sul mercato. In questa relazione sono stati evidenziati gli aspetti tecnologici di questi dispositivi e le loro velocità operative.
La relazione della prof. Sami del Politecnico di Milano ha illustrato la problematica che deve affrontare chi voglia descrivere, sia per scopo di simulazione o documentativi o di progetto, la struttura di un processor ed ha analizzato una serie di linguaggi creati per questo scopo mostrando di ognuno pregi e difetti.
Il problema della dimostrazione matematica della correttezza dei microprogrammi è stato affrontato dall'ing. Brioschi della Honeywell I.S.I. In questa relazione viene mostrato un metodo, chiamato dall'autore interpretazione simbolica, che permette di dimostrare matematicamente la correttezza dei microprogrammi.
Il prof. Vanneschi della Università di Pisa nella sua memoria ha puntato l'attenzione sulle possibili realizzazioni della unità di calcolo e della unità di controllo in termini di macchina di Mealy e di Moore e ne ha analizzato le caratteristiche intrinseche di velocità.
Il dott. Cifariello del Politecnico di Milano invece ha dato una panoramica dei problemi che si incontrano qualora si vuole microprogrammare un sistema asincrono.
L'ing. Quilici della Olivetti dopo una analisi dei problemi connessi con le applicazioni interattive dei calcolatori ha illustrato come questi problemi hanno degli impatti a livello architetturale.
L'ing. Casaglia della Olivetti si è soffermato sulla schematizzazione dei sistemi come multilivelli e dopo una analisi di alcuni sistemi realizzati con questa tecnica ha illustrato i vantaggi ottenibili con queste architetture.
L'ing. Alleva della SIT Siemens ha invece posto l'attenzione ai problemi di esercibilità ed ha mostrato una architettura di calcolatore che utilizzando largamente il concetto di ridondanza sembra soddisfare pienamente questo requisito.
Il dott. De Riu della Olivetti nella sua relazione ha posto il problema della diagnosticabilità di un elaboratore ed ha mostrato come aggiungendo un certo

numero di funzioni si può ottenere un alto grado di copertura dei diagnostici.
Le giornate sono state chiuse da una tavola rotonda sul tema « Linguaggi e Sistemi Operativi Implementati con Strutture Microprogrammate ». Alla tavola rotonda hanno partecipato l'ing. Brioschi, il dott. Chaptal della Cap-Sogeti, la prof. Sami, il prof. Tisato del Politecnico di Milano, il prof. Vanneschi ed il prof. Zaks dell'Università di Compiegne.
Il dibattito, che è stato lungo e vivace con una larga partecipazione anche dell'uditorio, ha mostrato come sia sempre più efficiente una implementazione firmware. È stato anche evidenziato che, per ottimizzare il rapporto costo prestazioni, questa tecnica di implementazione deve essere utilizzata per poche parti del sistema che sono quelle a più alta frequenza d'uso in quanto essa è più costosa della implementazione tradizionale software.

## Congresso « AICA »

*Genova, 29-31 ottobre 1975.*

Si è svolto dal 29 al 31 ottobre scorso presso la facoltà di Ingegneria dell'Università di Genova l'annuale Congresso dell'AICA, l'Associazione Italiana per il Calcolo Automatico che riunisce gli operatori italiani dell'informatica.
La relazione introduttiva (su « Orientamenti e problemi dell'informatica applicata in Italia ») è stata tenuta dal dr. Santacroce, Presidente e Amministratore Delegato dell'Italsiel. Ricordando il paragone che qualcuno ha recentemente stabilito fra industria informatica e industria aeronautica (se quest'ultima avesse registrato progressi analoghi a quelli che hanno caratterizzato negli ultimi vent'anni il settore dei calcolatori oggi si volerebbe dall'Europa agli Stati Uniti in meno di un'ora e a un sesto del costo attuale) il dr. Santacroce si è chiesto se questi progressi si siano o no realmente tradotti in vantaggi per l'utilizzatore. Il problema è infatti quello della corretta e razionale applicazione dei sistemi di elaborazione dati. Il dr. Santacroce ha passato in rassegna criticamente alcune delle « filosofie » applicative che negli ultimi anni hanno conosciuto momenti di auge talvolta seguiti da disillusioni e ridimensionamenti (dal « tempo reale » ai « sistemi informativi globali ») soffermandosi in particolare sui problemi dell'applicazione dei calcolatori nella « sfera sociale » (amministrazioni pubbliche, enti locali e oggi in particolare regioni ecc.). Secondo il dr. Santacroce « il momento che sta attualmente vivendo l'informatica applicata in Italia è caratterizzato dalla presa di coscienza da parte degli utenti della reale portata che tecniche nuove o meno nuove messe a loro disposizione dall'industria informatica hanno o possono avere sulle loro effettive esigenze: un processo di maturazione, forse sollecitato dalla risonanza di alcune esperienze negative, che pone le condizioni perché si arrivi a realizzazioni che ad un alto contenuto tecnico abbinino caratteristiche di razionalizzazione e di efficienza nella gestione delle aziende e delle amministrazioni ».
Di questa « maturità » nell'impiego degli elaboratori elettronici sono state testimonianza le circa 80 comunicazioni presentate nelle tre sessioni parallele nelle quali il Congresso si è successivamente articolato. Attraverso di esse esperti appartenenti a Università ed enti di ricerca, a case costruttrici e di software, nonché ad aziende ed enti utilizzatori di sistemi elettronici per l'elaborazione dei dati hanno esposto i risultati delle loro esperienze nei campi più disparati, toccando i temi più attuali: dalla programmazione strutturata alle basi di dati, dall'istruzione all'informatica medica e sanitaria, dai microelaboratori ai sistemi distribuiti.
Per quanto riguarda la Honeywell Information Systems Italia sono state presentate, da persone della Direzione Sviluppo Software di Pregnana, le seguenti comunicazioni:
« Simples: un sistema per l'implementazione di software » (G. Guerra, con G. Beltrami e E. Luciani); « Il concetto di base-dati nella descrizione dei sistemi » (M. Maiocchi e R. Polillo con V. De Antonellis e G. Degli Antoni); « Impiego di data bases nella produzione del software: il caso della integrazione » (A. Cicu, G. Gobbi, A. Vignoni con G. Gioia); « Una metodologia per la definizione e la realizzazione di sistemi interattivi » (G. Gobbi e R. Candela con V. De Antonellis); « Istruzione programmata e programmazione strutturata: un approccio metaforico alla costruzione dei testi di istruzione » (G.A. Lanzarone con G. Degli Antoni); « Documentazione del software: didattica sul funzionamento di programmi strutturati » (R. Sarina con S. Rossetti), mentre varie altre comunicazioni si riferivano a ricerche condotte — nell'ambito del Gruppo di Elettronica e Cibernetica dell'Istituto di Fisica dell'Università di Milano — con il contributo della stessa Honeywell Information Systems Italia.
Nel corso del Congresso sono state inoltre tenute, in sessione unica, due tavole rotonde. Alla prima, sui problemi della produzione industriale del software e sull'organizzazione di questo lavoro, hanno preso parte G. Degli Antoni (Università di Milano), U. Montanari (Università di Pisa), G. Torriani (Honeywell Information Systems Italia), F. Saltini (Olivetti), F. Marcoz (Selenia), G. M. Palermo (Italsiel, moderatore). La seconda, sulla progettazione assistita da calcolatore, ha visto gli interventi di G. Marelli (ENEL), A. Colombo (Alfa Romeo), M. Bonatti (Siemens), P. Bauda (Italcantieri), C. Monducci (Honeywell Information Systems Italia), S. Di Padova (Olivetti), L.A. Oliva (Cetena-Fincantieri), A. De Mari (Fiat, moderatore).
A lato del Congresso si è anche riunita l'assemblea dei soci dell'AICA. Il Presidente dell'associazione, ing. Sacerdoti, ha riferito sull'attività svolta dal novembre 1974 e ha indicato i programmi di attività nel 1976. Egli ha tra l'altro annunciato la costituzione, in seno all'associazione, di due nuovi gruppi di lavo-

ro (su « Ingegneria dei sistemi informativi » e su « Informatica nelle tecniche quantitative di gestione finanziaria e creditizia ») che si affiancano ai dieci preesistenti, nonché dei primi quattro « gruppi di interesse » (sull'architettura dei microcalcolatori, sulla strutturazione delle transazioni da terminali, sulle tecniche di simulazione e sulla programmazione strutturata): una figura subassociativa introdotta dal nuovo Statuto dell'AICA approvato nei mesi scorsi.

G.R.

## Seminario su « I sistemi distribuiti »

*Milano, 9 gennaio 1976. Organizzato dalla Honeywell Information Systems Italia.*

Il 9 gennaio u.s. si è tenuto a Milano, nella sede del Servizio Scuole della Honeywell Information Systems Italia, un seminario su « I sistemi distribuiti ».
Il relatore Mike Canepa (direttore dell'Advanced Systems Engineering/Data Bases della Honeywell Information Systems a Boston) ha affermato che quella verso la realizzazione e la generale adozione di sistemi distribuiti sarà probabilmente la svolta che maggiormente caratterizzerà la storia dell'informatica nel prossimo decennio.
Il concetto di sistema distribuito — ossia di un sistema che prevede l'installazione di elaboratori autonomi di appropriata dimensione in varie sedi operative dell'azienda, a diretto servizio della attività che vi si svolgono, e il collegamento di essi fra di loro e con altri sistemi installati presso la sede centrale dell'azienda — permette di superare l'annoso conflitto fra puro decentramento (tanti calcolatori installati presso varie sedi dell'azienda, senza che esista fra di loro alcun collegamento) e tendenza all'accentramento dell'elaborazione.
Quest'ultima tendenza ha avuto una netta prevalenza negli ultimi dieci anni sia per le economie di scala che l'installazione di un unico grande centro di elaborazione consente di realizzare, sia anche per la convenienza di riunire in un'unica sede i gruppi di esperti altamente qualificati che sono oggi necessari per la messa a punto di sistemi applicativi divenuti sempre più complessi.
Questa tendenza si è affermata grazie anche agli sviluppi della trasmissione dati che hanno consentito sia, da un lato, l'immediata acquisizione al centro dei dati da elaborare sia — per la periferia — la possibilità di accedere direttamente agli archivi centralizzati e di ottenere una sollecita diffusione capillare dei risultati dell'elaborazione o anche l'adozione di procedure di elaborazione interattive periferia/centro (nelle cosiddette applicazioni in tempo reale.).
Anche in queste soluzioni l'elaborazione è però rimasta centralizzata determinando un aggravio di compiti e di responsabilità per l'elaboratore centrale e una complessiva rigidità, e quindi una possibile fragilità del sistema. Inoltre alle economie di scala consentite dall'unicità del centro di elaborazione si contrappongono crescenti costi di trasmissione dati.
Nei sistemi distribuiti — la cui realizzazione viene facilitata dalla sempre maggiore disponibilità di terminali intelligenti e di piccoli elaboratori o minicalcolatori di basso costo ma di notevoli prestazioni — questi inconvenienti vengono superati: la periferia ottiene una capacità di elaborazione locale senza peraltro che il centro rinunci all'acquisizione e all'elaborazione dell'insieme dei dati; i costi di trasmissione scendono sia per una riduzione nello scambio di informazioni derivante dalla minore dipendenza della periferia dal centro in materia di elaborazione sia per la possibilità di adottare più economiche tecniche di trasmissione, tipo « packet switching »; aumenta sia la flessibilità che la capacità complessiva di elaborazione del sistema, il cui funzionamento non viene bloccato anche nel caso di arresto di uno dei sistemi di elaborazione (eventualità per far fronte alla quale, nel caso dell'unico sistema centrale di elaborazione, si è costretti al suo raddoppiamento).
Naturalmente i problemi legati alla realizzazione di sistemi distribuiti sono parecchi, e, dato che l'esperienza in questa materia è ancora scarsa, non tutti completamente esplorati. Il relatore si è soffermato in particolare sui problemi di compatibilità fra i componenti del sistema; sui problemi della definizione e dell'osservanza di standard nei linguaggi, programmi applicativi, organizzazione delle basi di dati, procedure operative; sui problemi dell'assegnazione di responsabilità e della supervisione e controllo e sui problemi dell'adozione del tipo di rete di trasmissione.
Questi problemi coinvolgeranno sia l'utilizzatore che il costruttore il quale ultimo, per l'eterogeneità dei componenti del sistema, tenderà probabilmente ad assumere la figura, anziché di semplice fornitore, di « general contractor » o, come si direbbe in italiano, di « capo commessa ».

G.R.

## Giornata di studio su « I circuiti integrati complessi: tecnologie e applicazioni »

*Genova, 21 novembre 1975. Organizzata dalla AEI ed IEEE.*

Il 21 novembre 1975 si è svolta a Genova, per iniziativa del Gruppo di Microelettronica, della Sezione Ligure dell'AEI e della Sezione Nord-Italia dell'IEEE, una giornata di studio sul tema « I circuiti integrati complessi: tecnologie ed applicazioni ». Si è trattato di un interessante confronto fra costruttori ed utilizzatori di circuiti integrati a livello elevato di integrazione (migliaia di elementi logici o di memoria per componente) che entrano in numero sempre maggiore nei sistemi elettronici. Fra i costruttori, S.F. Jannazzo della SGS/ATES si è soffermato sugli sviluppi più recenti della tecnologia MOS, che sono alla base dell'integrazione più

spinta, mentre F. Berenga, pure della SGS/ATES, ha esaminato le tecniche circuitali adoperate nelle memorie a semiconduttore e J.P. Steger, della Motorola, ha presentato i concetti sistemistici da cui sono scaturiti i microelaboratori. Gli utilizzatori sono stati rappresentati da F. Maero e da L. Mercurio, della Olivetti, che hanno discusso i vantaggi dell'uso di memorie seriali a grande integrazione, ottenute con la tecnologica CCD (« Charge Coupled Devices » = dispositivi ad accoppiamento, o trasferimento, di carica), e da N. Minnaja, della Honeywell Information Systems Italia, che ha illustrato gli elementi comuni ai diversi circuiti di interfaccia associati a microelaboratori. Alle relazioni ha fatto seguito una tavola rotonda, riservata agli utilizzatori di microelaboratori, che hanno presentato le loro esperienze nell'introduzione di questi componenti nei loro progetti: erano rappresentate l'Università di Genova, la FIAT, la Olivetti, la Honeywell Information Systems Italia e la ELSAG.

N.M.

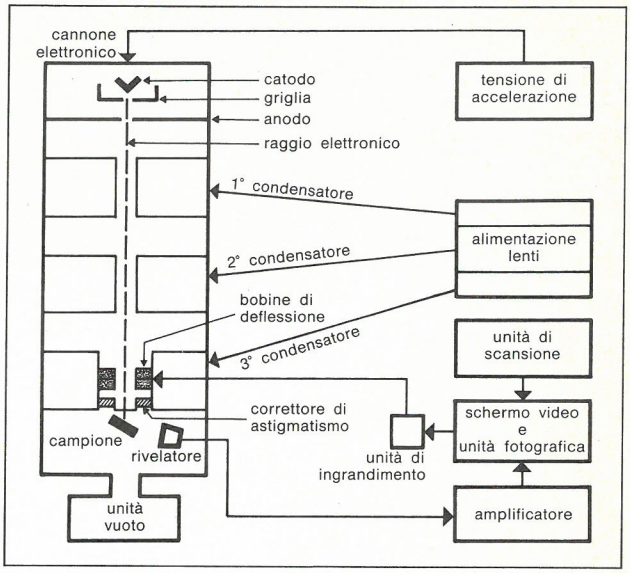



*Fig. 1 - Componenti principali di un microscopio elettronico a scansione.*

## Visualizzazione del funzionamento di circuiti integrati mediante microscopia elettronica a scansione

L'osservazione diretta, sul « chip », del funzionamento statico e dinamico di circuiti integrati ha costituito l'argomento di due tesi di laurea in fisica svolte durante lo scorso anno presso il laboratorio di microscopia elettronica del Centro di Ricerca e Sviluppo della Honeywell Information Systems Italia a Pregnana Milanese.

Una prima tesi ha preso in considerazione le possibili tecniche di visualizzazione del funzionamento statico (« Messa a punto dei metodi di corrente indotta e contrasto di tensione in microscopia elettronica a scansione per l'analisi dei componenti elettronici e semiconduttori », autore L. Nava, relatori M. Corti, N. Minnaja); queste tecniche sono state, nella seconda tesi, applicate alla visualizzazione dei dispositivi durante il loro funzionamento dinamico (« Realizzazione e messa a punto di un sistema stroboscopico in microscopia elettronica a scansione », autore A. Ramolini, relatori M. Corti, M. Nobile).

Strumento di base di entrambi i lavori è stato il microscopio elettronico a scansione (SEM = Scanning Electron Microscope), il cui schema è mostrato nella fig. 1.

In un SEM un sottile pennello elettronico, focalizzato da un sistema di lenti e pilotato da opportune bobine di deflessione, esplora il campione da esaminare. Questo pennello interagisce col bersaglio dando luogo a molteplici effetti, il più vistoso dei quali è una forte radiazione di elettroni secondari; il segnale così ottenuto pilota la luminosità di un tubo televisivo le cui bobine di deflessione sono pilotate in sincronismo con quelle del fascio sonda. Ne risulta

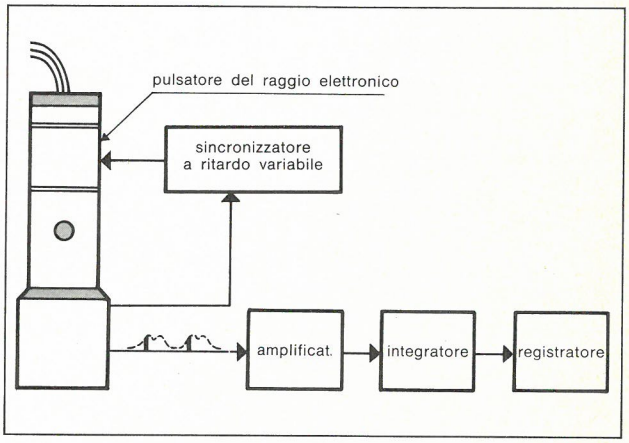
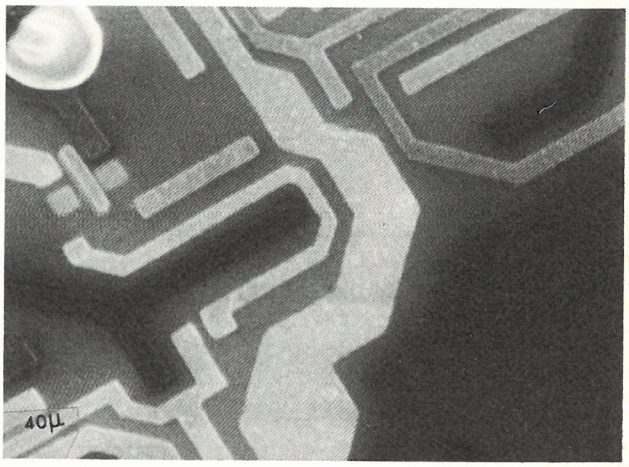



*Fig. 2 - Principio di funzionamento di un sistema stroboscopico in microscopia elettronica a scansione.*

*Fig. 3 - Particolare di un circuito integrato osservato durante il suo funzionamento. Le zone scure denotano un potenziale positivo, quelle chiare sono a potenziale di massa.*



sullo schermo TV una immagine del campione ricostruita per punti.
Nel suo lavoro, L. Nava si sofferma ad analizzare in dettaglio l'interazione elettrone-materia quando il bersaglio è il chip di un circuito integrato in funzione.
Un effetto utilizzabile è la creazione di coppie elettrone-vacanza nel punto di incidenza del fascio elettronico. Eventuali campi elettrici interni al chip impediscono la ricombinazione di tali coppie. Vengono pertanto generate delle correnti che, amplificate, permettono di visualizzare particolari del dispositivo.
Un altro effetto molto interessante è costituito dalla influenza dei campi elettrici superficiali del chip sugli elettroni secondari emessi. Piccole differenze di potenziale possono influenzare lo spettro di energia degli elettroni secondari, nel senso che regioni a potenziale negativo favoriscono l'emissione e quindi appaiono sullo schermo TV più illuminate di quelle a potenziale più elevato. È quindi possibile avere una mappa delle tensioni superficiali di un dispositivo a semiconduttore mentre sta funzionando.
Si sono dovuti risolvere numerosi problemi tecnici per ottenere una buona messa a punto dell'apparecchiatura, ma i risultati sono stati soddisfacenti.
La tesi di A. Ramolini è il proseguimento logico del lavoro di L. Nava, ed ha portato alla realizzazione di un sistema stroboscopico per visualizzare il funzionamento dinamico ad alta frequenza di circuiti integrati. Lo schema di massima del sistema è mostrato in fig. 2. Il raggio elettronico viene pulsato immediatamente sotto il cannone elettronico, per ottenere la massima frequenza di campionamento; ciò ha comportato un notevole impatto sulla struttura meccanica della colonna del microscopio, che è stata in parte ricostruita.
Con questo sistema è possibile osservare il funzionamento dinamico di un circuito integrato direttamente sul chip, attraverso l'alternarsi di chiaro-scuro nelle varie parti della sua topologia. La fig. 3 mostra un particolare di un circuito, osservato con contrasto di tensione, in una fase del suo funzionamento (le zone scure denotano la presenza di potenziale positivo, quelle chiare individuano regioni a massa).
Le tecniche di osservazione sviluppate consentono lo studio del funzionamento dei circuiti integrati in operazione. Ciò permette, ad esempio, di rilevare potenziali cause di guasto, non individuabili con mezzi ottici o mediante un SEM usato nel modo tradizionale. Il metodo stroboscopico può essere, in particolare, molto utile per l'analisi del comportamento di dispositivi elettronici essenzialmente dinamici quali registri a scorrimento (CCD), memorie (RAM/MOS) e comunque componenti che richiedono una complessa sequenza di fasi per il pilotaggio, quali microelaboratori (microprocessor) e circuiterie relative.
In conclusione, le tecniche di visualizzazione descritte costituiscono un significativo incremento delle possibilità offerte dalla microscopia elettronica a scansione per l'analisi dei dispositivi integrati.

M.N.

## I Sistemi Informativi

*di Marco De Marco, pagg. 280, Franco Angeli Editore, 1975.*

Il volume, come è detto nel sottotitolo, tratta la progettazione, valutazione e gestione di un sistema informativo, fornendo un aggiornato panorama del campo dell'elaborazione elettronica dei dati.
Il primo tema svolto è quello della teoria dei sistemi informativi, ancor oggi lacunosa e peraltro non molto nota fra gli utenti dei sistemi di elaborazione. Viene poi trattato il tema « data entry » che secondo l'Autore si avvarrà sempre di più di reti di terminali, in ossequio al concetto di informatica distribuita, di grande attualità.
Successivamente viene affrontato l'argomento del « data base » la cui organizzazione secondo criteri scientifici è vista come un investimento costoso che può diventare remunerativo solo nel medio termine. Considerazioni diverse valgono per i sistemi operativi che oggi hanno raggiunto un notevole livello di sofisticazione liberando l'utente dalla preoccupazione di gestire la sequenza di lavori che gravitano sull'unità centrale, sulle periferiche e sul sistema di terminali di un centro elettronico.
Viene infine analizzato criticamente il concetto di Management Information Systems confutando sia in sede teorica che con esempi pratici l'impostazione prevalente degli anni sessanta, orientata alla creazione di elefantiaci « sistemi totali » in grado di controllare intere aziende con procedure perfettamente integrate fra loro. Al contrario, nella parte dedicata alla scelta dei sistemi di elaborazione, si propongono, in alternativa a quelli suggeriti dalle teorie più avanzate, criteri empirici che secondo l'Autore sono più adatti dei primi a valutazioni di convenienza economica, specialmente per le piccole aziende. In conclusione si tratta di un libro che può essere utile agli utenti diretti e indiretti degli elaboratori per inserire meglio tali sistemi negli organismi aziendali.

F.R.